

**SHEWART, CUSUM VE EWMA KONTROL GRAFİKLERİNİN
BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULANMASI**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İşletme Anabilim Dalı
Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı**

Abdullah ÖZÇİL

Danışman: Doç Dr. İrfan ERTUĞRUL

**Ağustos 2014
DENİZLİ**

**SHEWART, CUSUM VE EWMA KONTROL GRAFİKLERİNİN
BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULANMASI**

**Pamukkale Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İşletme Anabilim Dalı
Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı**

Abdullah ÖZÇİL

Danışman: Doç Dr. İrfan ERTUĞRUL

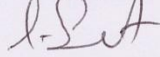
**Ağustos 2014
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler Bilim Dalı öğrencisi Abdullah ÖZÇİL tarafından Doç. Dr. İrfan ERTUĞRUL yönetiminde hazırlanan "Shewart, Cusum ve Ewma Kontrol Grafiklerinin Bir Üretim İşletmesinde Uygulanması" başlıklı tez aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 08.08.2014 tarihinde yapılan tez savunma sınavında başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

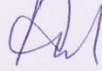
Doç. Dr. İrfan ERTUĞRUL

Jüri Başkanı



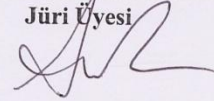
Yrd. Doç. Dr. Arzu ORGAN

Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Atalay ÇAĞLAR

Jüri Üyesi



Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20/08/2014 tarih ve 17/17 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Turhan KAÇAR
Müdür

Deni yalnız bulabayan, hakkını hiçbir zaman ödeyinceye kadar sevgili ve saygıdeğer çok değerli Ahmet ve Songül ÖZÇİL'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularımın analizlerinde, bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza:

Öğrenci Adı Soyadı: Abdullah ÖZÇİL

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında değerli görüş ve önerilerini esirgemeyen saygıdeğer ve sevgili danışman hocam Doç. Dr. İrfan ERTUĞRUL'a ve çeviri çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen çok değerli Hülya ERTUĞRUL'a, hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, hayata karşı beni cesaretlendiren ve yeni ufuklar sahibi olmamı sağlayan, tecrübeleri ile bana yol gösteren ve yanlışlarımda dahi beni yalnız bırakmayan, hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim sevgili ve saygıdeğer çok değerli Ahmet ve Songül ÖZÇİL'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında beni yalnız bırakmayan her zaman yanımda olan maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen kardeşlerim Reşit, Esra ve Abdülcelil'e ve yengem Perihan'a ve ailesine, bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan çalışma arkadaşlarım Arkan YUSUFOĞLU, Furkan ERDOĞMUŞ, Tayfun ÖZTAŞ, Fatih AKÇAY, Taha Emre ÇİFTÇİ, Özlem Özdeşim İKİZ, Gülin Zeynep ALTAY, Bilal GÖDE ve Habib KÜÇÜKŞAHİN'e ve ayrıca Abdullah ULUSOY, Kenan İZCİ ve Serhan ÇALHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamı, hayatımın anlamı ve sahip olduğum en değerli varlık olan aileme, annem Songül ÖZÇİL, babam Ahmet ÖZÇİL ve kardeşlerim Reşit, Esra ve Abdülcelil'e ithaf ediyorum, teşekkürlerimi sunuyorum ve yaşamımın her döneminde yanımda oldukları için minnettarlığımı sunuyorum.

ÖZET

SHEWART, CUSUM VE EWMA KONTROL GRAFİKLERİNİN BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULANMASI

Özçil, Abdullah
Yüksek Lisans Tezi, İşletme ABD
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. İrfan ERTUĞRUL
Temmuz 2014, 127 Sayfa

19. yy sanayi devrimi sonrasında ürün ve hizmet sektöründe rekabet piyasasının oluşması ile birlikte kalite kavramı doğmuştur. Üreticiler ve tüketiciler geçmişten günümüze kaynaklarını optimal düzeyde kullanmak istemeleri kalitenin gelişimine çok fazla katkıda bulunmuştur.

Küresel rekabet ortamı ile işletmelerin ürün veya hizmet piyasasında var olmasında kalite kavramı çok fazla önem kazanmıştır. Bu çalışmanın amacı ürün veya hizmetlerin kalite seviyelerini arttırmaya yönelik kalite araçlarından kontrol grafiklerinin kullanımını örneklemektir.

Yapılan çalışmada, hedeflenen kalite düzeyini tespit etmek amacıyla değişken nicelikler için kontrol grafikleri (SHEWART), kümülatif toplam kalite kontrol grafikleri (CUSUM) ve üstel ağırlıklı hareketli ortalama kontrol grafikleri (EWMA) kullanılmıştır. Farklı tür kontrol grafikleri kullanılarak aralarındaki farklılıklar sunulmuştur.

Bakır sektöründe yapılan kontrol grafiği analizi yapılacak olan işletme uygulamalarına ve teorik çalışmalara yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kalite, İstatistiksel Kalite Kontrol, Kontrol Grafiği Türleri, Shewart, Cusum, Ewma.

ABSTRACT

AN APPLICATION SHEWART, CUSUM AND EWMA CONTROL CHARTS INTO A MANUFACTURING BUSINESS

Özçil, Abdullah

M. Sc. Thesis in Business Administration

Supervisor: Assoc. Prof. İrfan ERTUĞRUL

July 2014, 127 Pages

After the industrial revolution in the 19th century, the concept ‘quality’ was borned with the competition in the products and services industry. That producers and consumers from past to present want to use the resources at an optimal level has contributed so much to the quality development.

Because of global competition, the concept ‘quality’ has gained much importance for the businesses to exist in the product or service market. The aim of this study is to sample the use of control charts which are the quality tools for increasing the levels of products or services.

In the conducted study, in order to determine the level of aimed quality level, the control charts for variables (Shewart), cumulative sum quality control charts (CUSUM) and exponentially weighted moving average control charts (EWMA) are used. The differences among them are presented by using different control charts.

The control chart for the copper industry will be helpful for the enterprise applications which will be held and theoretical studies.

Keywords: Quality, Statistical Quality Control, Control Chart Types, Shewart, Cusum, Ewma.

İÇİNDEKİLER

DIŞ KAPAK	I
İÇ KAPAK.....	II
TEZ ONAY FORMU.....	III
BİLİMSEL ETİK SAYFASI	IV
ÖNSÖZ	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ	XII
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM TEMEL KAVRAMLAR

1.1. Kalite.....	5
1.1.1. Kalitenin Unsurları	8
1.1.1.1. Tasarım kalitesi.....	10
1.1.1.2. Uygunluk kalitesi	10
1.1.1.3. Performans kalitesi	11
1.2. Kalite Maliyetleri	12
1.2.1. Kalite Maliyetleri Sınıflandırılması.....	13
1.3. Kalite Kontrol’de Standart, Spesifikasyon ve Tolerans.....	17
1.3.1. Kalite Kontrol’de Standart	18
1.3.2. Kalite Kontrol’de Spesifikasyon	19
1.3.3. Kalite Kontrol’de Tolerans.....	20
1.4. Kalite’nin Tarihsel Gelişimi.....	21
1.4.1. Geleneksel Kalite Kontrol Anlayışı	23
1.4.2. İstatistiksel Kalite Kontrol.....	25
1.4.3. Toplam Kalite Kontrol	26
1.4.4. Toplam Kalite Yönetimi.....	28
1.4.4.1. Toplam kalite yönetimi yararları	32
1.4.4.2. Toplam kalite yönetimi ilkeleri.....	34
1.4.4.3. Geleneksel kalite anlayışı ve toplam kalite yönetimi	35
1.4.5. Kalite’nin Gelişmesine Katkı Yapan Kişiler.....	36
1.4.6. Toplam Kalite Yönetimi’nin Türkiye’deki Gelişimi.....	45

İKİNCİ BÖLÜM İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL VE KONTROL GRAFİKLERİ

2.1. İstatistiksel Kalite Kontrol	48
2.2. İstatistiksel Kalite Kontrol Önemi ve Amacı	49
2.2.1. Temel İstatistiksel Kavramlar	51
2.2.1.1. Anakütle ve örneklem.....	51
2.2.1.2. Değişkenlik	52
2.2.1.3. Kalite kontrolünde frekans dağılımı	53
2.2.1.4. Ortalama sapma, varyans ve standart sapma	54
2.2.1.5. Ortalamaların dağılımı	54

2.2.1.6. Kabul örneklemesi	55
2.3. İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri.....	55
2.3.1. Çetele Diyagramı.....	57
2.3.2. Histogramlar	59
2.3.3. Pareto Analizi	60
2.3.4. Neden – Sonuç Diyagramı	63
2.3.5. Süreç Akış Şeması.....	64
2.3.6. Serpilme Diyagramı	66
2.3.7. Kontrol Grafikleri.....	68
2.3.7.1. Değişken nicelikler için kontrol grafikleri.....	71
2.3.7.1.1. Shewart kontrol grafikleri	71
2.3.7.1.1.1. X kontrol grafikleri	73
2.3.7.1.1.2. R kontrol grafikleri.....	74
2.3.7.1.1.3. s kontrol grafikleri.....	75
2.3.7.1.2. Kümülatif toplam (Cusum) kontrol grafikleri.....	75
2.3.7.1.2.1. Cusum kontrol grafiğinin çizimi	76
2.3.7.1.2.2. V maskesi prosedürü	77
2.3.7.1.3. Üstel ağırlıklı hareketli ortalama (Ewma) kontrol grafikleri	79
2.3.7.1.3.1. λ ve L parametrelerinin seçimi.....	81
2.3.7.2. Değişken nitelikler için kontrol grafikleri	81

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SHEWART, CUSUM VE EWMA KONTROL GRAFİKLERİNİ BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULANMASI

3.1. Bakır Madeni.....	84
3.1.1. Türkiye ve Dünya'da Bakır Madeni	84
3.1.1.1. Dünya’da bakır madeni rezervleri	85
3.1.1.2. Türkiye’de bakır madeni rezervleri	85
3.1.2. Bakır Madeni Üretim Metotları.....	86
3.1.2.1. Bakır mamulleri üretim süreci	86
3.1.3. Bakır Madeni Kullanım Alanları.....	87
3.2. Bakır Mamulleri Üretim İşletmesi	88
3.2.1. Kontrolü Yapılacak Değişken; Direnç Miktarı	89
3.3. Uygulamanın Amacı ve Yöntemi	91
3.3.1. Uygulamanın Amacı.....	91
3.3.2. Uygulamanın Yöntemi	91
3.4. Ortalamalar İçin Kontrol Grafikleri	92
3.4.1. Shewart Kontrol Grafiği Uygulaması.....	92
3.4.2. Cusum Kontrol Grafiği Uygulaması	94
3.4.3. Ewma Kontrol Grafiği Uygulaması	96
3.4.4. Ortalamalar İçin Kontrol Grafiklerinin Karşılaştırılması.....	99
3.5. Değişim Aralığı İçin Kontrol Grafiği Uygulaması	104
3.5.1. Shewart Kontrol Grafiği Uygulaması.....	105
3.5.2. Cusum Kontrol Grafiği Uygulaması	106
3.5.3. Ewma Kontrol Grafiği Uygulaması	109
3.5.4. Değişim Aralığı İçin Kontrol Grafiklerinin Karşılaştırılması	112
SONUÇ	114
KAYNAKLAR	117
EKLER.....	127

EK - 1	127
ÖZGEÇMİŞ	128

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kalite maliyet unsurları arasında optimum uygunluk kalitesinin oluşumu	14
Şekil 2. Süreçteki değişkenlik nedenleri sınıflandırması	53
Şekil 3. Kalite kontrol süreci geri besleme döngüsü.....	57
Şekil 4. Örnek histogram grafiği.....	59
Şekil 5. Örnek Pareto diyagramı	62
Şekil 6. Örnek balık kılçığı diyagramı	63
Şekil 7. Süreç akış şeması simge ve anlamları.....	65
Şekil 8. Örnek Serpilme Diyagramı	67
Şekil 9. Farklı korelasyon durumları.....	67
Şekil 10. Örnek Kontrol Grafiği	69
Şekil 11. Kontrol grafiği seçim yöntemi	70
Şekil 12. Kontrol Grafiği.....	72
Şekil 13. V maskesi gösterimi.....	78
Şekil 14. Bakır üretim yöntemlerinin şematik gösterilişi	87
Şekil 15. Ortalamalar için standart Shewart kontrol grafiği	93
Şekil 16. Ortalamalar için standart Cusum kontrol grafiği	96
Şekil 17. Ortalamalar için standart Ewma kontrol grafiği	99
Şekil 18. Ortalamalar için Shewart kontrol grafiği	100
Şekil 19. Ortalamalar için Ewma kontrol grafiği	103
Şekil 20. Değişim aralığı için Shewart kontrol grafiği	106
Şekil 21. Değişim aralığı için Cusum kontrol grafiği	109
Şekil 22. Değişim aralığı için Ewma kontrol grafiği	112

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Kalitenin tarihsel gelişimi.....	30
Tablo 2. Klasik ve Toplam Kalite Yönetimi anlayışı arasındaki farklar	36
Tablo 3. Üretim süreci değişim nedenleri	52
Tablo 4. Örnek çetele tablosu	58
Tablo 5. Uygun kontrol grafiği türü seçimi	82
Tablo 6. Dünya bakır tüketiminde ülke payları	85
Tablo 7. Ülkelere göre dünya bakır üretiminin dağılımı.....	85
Tablo 8. 5 Ürüne ait 50 örnek grubuna sahip örneklem ölçüm değerleri	90
Tablo 9. Örneklem ortalama, değişim aralığı ve standart sapma değerleri.....	92
Tablo 10. Cusum kontrol grafiği için hesaplanan değerler	94
Tablo 11. Ewma kontrol grafiği için hesaplanan değerler	97
Tablo 12. Ewma kontrol grafiği için hesaplanan değerler	102
Tablo 13. Farklı kontrol grafiği türleri için kontrol grafiği kıyaslaması.....	104
Tablo 14. Cusum kontrol grafiği için hesaplanan değerler	107
Tablo 15. Ewma kontrol grafiği için hesaplanan değişim aralığı ve Z değerleri.....	110
Tablo 16. Değişim aralığı için farklı kontrol grafiği sonuçları	113

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Bir Ölçek Faktörüdür Ve Bu Değer Yatay Eksen Üzerindeki 1 Birimlik Uzunluğa Dikey Eksen Üzerinde Karşılık Gelen Değer
AKL	Alt kontrol sınırı
ASCI	American Customer Satisfaction Index
ASA	American Statistics Agency
CUSUM	Cumulative Sum Control Chart
d	V Maskesi Merkez Noktası İle İncelenen Örneklem Arasındaki Fark
EWMA	Exponentially Weighted Moving Average Chart
FÇKK	Fimra Çapında Kalite Kontrol
H	Prosedürün Karar Aralığı
h	Kendisiyle Örnek İstatistiğinin Çarpılması Durumunda Karar Aralığını Veren Değer
ISO	International Standards Organization
İKK	İstatistiksel Kalite Kontrol
İSO	İstanbul Sanayi Odası
JUSE	Japanese Union of Science and Engineering
JIS	Japanese Industry Standards
K	V Maskesi Kollarının Eğimi
k	Kendisiyle Örnek İstatistiğinin Çarpılması Durumunda V Maskesi Kollarının Eğimini Veren Değer
KALDER	Türkiye Kalite Derneği
MIT	Massachusetts Institute of Technology
N	Anakütle
OÇ	Orta Çizgi
PAF	Prevention Appraisal Failure
PDCA	Planning, Doing, Checking, Acting
PUKÖ	Planla, Uygula, Kontrol et, Önlem al
R	Değişim Aralığı
QCRG	Quality Control Research Group
QCC	Quality Control Circles
SPC	Statistical Process Control Charts
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TMME	Türkiye Müşteri Memnuniyeti Endeksi
TÖAİK	Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme, Kontrol
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği
ÜKS	Üst Kontrol Sınırı
s	Örneklem Standart Sapması
σ	Standart Sapma
α hata	Birinci Tip Hata
β hata	İkinci Tip Hata
μ	Anakütle Ortalaması
Δ	Süreç Ortalamasında Meydana Gelen Kayma Miktarı
δ	Araştırılmasına Karar Verilen Süreç Seviyesindeki En Küçük Kayma Miktarını
λ	Sıfır İle Bir Arasında Bir Tahmin Sabiti
θ	Orta Çizgi İle Kol Arasındaki Açık

GİRİŞ

İnsanoğlu ihtiyaçlarının bireysel olarak karşılanamaması sonucu toplum hayatı ve alış veriş kùltürü var olmaya başlamıştır. İnsanlar oluşturdukları toplumsal yaşam gruplarında ihtiyaçlarına çözüm yolları aramışlardır. İnsanlar ihtiyaçlarını giderirken optimal faydayı sağlamayı hedeflemişlerdir. Hem bireysel hem de toplumsal mübadeleler de karşılıklı güven ve istenilen karşılığı almak, optimal faydayı sağlamak dolayısıyla kalite olgusunun doğmasına katkıda bulunmuştur. İnsanlar kalite kavramına yıllar boyunca farkında olarak veya olmadan gelişmesine, günümüz şeklini almasına katkıda bulunmuşlardır.

20. yüzyılda başlarında Amerika'da ortaya atılan kalite kavramı Japonya'da olgunlaşarak geçirdiği değişim sonucu ekonomik anlamda her geçen gün artan bir öneme sahip olmaya başlamıştır. Kalite kavramının ortaya çıktığı geleneksel kalite kontrol anlayışı olarak değerlendirilen dönemde kalitenin muayeneye dayalı olarak sürdürüldüğü görölmektedir.

Kalitenin şekillemesinde sanayi devriminden sonra meydana gelen, Elton Mayo ve arkadaşlarının Western Electric şirketinde yaptıkları Hawthorne Araştırmaları, Frederick Taylor'un Bilimsel Yönetim ilkeleri, Max Weber'in Bürokrasi yaklaşımı, Henry Ford'un yürüyen bant tekniği gibi gelişmeler etkili olmuştur. Bu gelişmeler kalitenin farklı açılardan gelişmesine yardımcı olmuştur.

Kalitenin muayeneye dayalı olarak sağlanmaya çalışılmasının zorluğundan dolayı kalite üretimle ilgili bilimsel çalışmalar sonucunda özellikle Walter A. Shewart'ın kalite kontrol grafikleri uygulaması ile istatistiksel kalite kontrol anlayışı olarak değerlendirilen bir döneme geçiş yapmıştır. II. Dünya Savaşı sırasında istatistiksel kalite kontrol tekniklerinin kullanımı ve Japonya tarafından kalitenin tanınması kaliteye verilen önemin artmasına neden olmuştur.

Kalite kontrol grafikleri ve istatistiksel kalite kontrol grafikleri kullanımı sayesinde süreçlerin iyileştirilmesi ve kalitenin arttırılması kolaylaştırılmıştır. Sürece ilişkin değerkenlikler daha iyi gözlemlenebilir hale gelmiş ve önlem alınması kolaylaşmıştır. Ayrıca günümüz Toplam Kalite Yönetimi anlayışı içerisinde yer alacak temel istatistiksel kalite kontrol araçları istatistiksel kalite kontrol anlayışı olarak değerlendirilen dönemde keşfedilmeye başlanmıştır.

1950'li yıllara baktığımızda kaliteden tüm işletmenin sorumlu olduğu anlayışının geliştiği ve Toplam Kalite Kontrol olarak değerlendirilen döneme geçiş yapıldığı görülmektedir. 1980'li yıllarda da kalitenin oluşmasında ilk etken olarak yönetim anlayışının ön plana çıktığı Toplam Kalite Yönetimi anlayışının geliştiği görülmektedir.

Son yıllarda, işletme ve yakın çevresi, tedarikçileri ve müşterileri ile oluşturulmaya çalışılan kalite, yeşil tedarik zinciri ile değişim geçirmektedir. İşletmelerin kalite anlayışında, tüm organizasyon yapısı içerisinde kalite anlayışına ek olarak ürünün üretiminden geri dönüşümüne kadar olan bir kalite anlayışı hâkim olmaya başlamıştır. Başlangıç olarak işletme içi kalite çalışmalarına öncelik verilmeli ve sonrasında dış çevresi ile olan ilişkilerde kalite oluşturulmalıdır. 21. Yüzyıl çağında tüketicilerin tercihleri yeşil tedarik zincirine gereken önemin verilmesi gerektiği yönünde olduğunu göstermektedir. Tüketiciler doğaya daha az zarar veren ve geri dönüşümü olan ürünlere yönelmektedirler. İşletmeler bu yüzyılda kalite çalışmalarında tüketicilerin bu davranış özelliklerini göz önünde bulundurmalıdırlar.

Geçmişten günümüze işletmeler farklılıkları ile farkındalık oluşturarak kalite oluşturmaya çabası içinde olmuşlardır. Çağımızın gerektirdiği şekilde ise kalitenin yeşil tedarik zinciri ile yaratılması ve yaşatılmasıdır. İşletmeler bu sayede doğaya karşı olan farkındalıkları ile farklılıklarını oluşturabilecek ve tüketicilerin algısında ise bu farkındalık sayesinde kalite farklılığı oluşturulmuş olacaktır. Günümüzde ekonomik olarak değerlendirildiğinde kalite işletmeler açısından karlılığın ve sürekliliğin vazgeçilmezlerinden biri haline gelmiştir. Bu nedenle işletmeler stratejilerini ilk olarak müşteri istek ve ihtiyaçlarını temel alarak oluşturmayı hedef almışlardır.

Teknolojik gelişmeler ve küresel rekabet ortamı, ihracat ve rekabet avantajı sağlamak amacıyla kalitenin değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Küreselleşme sonucu sınırlar ortadan kalkmış ve işletmeler süreklilik ve karlılık için global pazarlarda mücadele etmek zorunda kalmışlardır. Değişen bu iktisadi yapıda şirketlerin uyum sağlaması için başarının yeni anahtarı kalitedir.

Yeni yüzyılla birlikte ne üretsem satarım anlayışı yerini müşteri istediğini alır anlayışına bırakmıştır. Müşteride alma istediği uyandırılmalıdır. Müşteride oluşabilecek kalite algısı, ürünün veya hizmetin tercih edilmesi, pazar payının oluşmasını ve kalıcı olmasını sağlayacaktır.

İşletmelerin kaliteyi arttırmak için yapacakları yatırımlar, rakiplere karşı kalite üstünlüğü yaratmak kısa dönemde ek maliyet olarak değerlendirilebilir. Ancak uzun dönemde yüksek kalite ve beraberinde düşük hata, pazar payının sürekliliğini, karlılığını ve verimliliğini arttıracaktır. Yapılabilecek ek kalite harcamaları ve yatırımları zamana yayılmalı, sürekli hale getirilmelidir. Üreticiler müşterinin sesini ve teknolojinin veya zamanın gerekliliklerini takip etmelidirler ve kaliteyi rakiplerinden öğrenmek yerine kaliteyi yaratma çabasında olmalıdırlar.

İşletmeler kalite yaratma çabası sırasında kısa dönemli ek maliyetlere maruz kalmasına rağmen uzun dönemde ek maliyetler nedeniyle kazanılan kalite ile sağlayacağı maliyet avantajı ve verimlilik şirkete uzun dönemde ek maliyetlerden daha çok gelir sağlayacaktır. İşletmeler bu nedenle kalite politikaları belirlerken uzun dönemli stratejik karar almaya özen göstermelidirler. İşletmeler bu kararları alırken maliyete dönük yaklaşım yerine tüketiciye yönelik yaklaşımı benimsemelidirler. Maliyet, müşteri istek ve ihtiyaçları karşısında ikinci planda tutulmalıdır.

Yaşanılan global çevrede, artan hızla sürekli gelişen teknolojik gelişmelere ve karmaşık ve dinamik çevre koşullarına uyum sağlamak zorunda olan işletmeler, tercih edilen kaliteyi oluşturmak için ürün ve hizmetlerini müşterinin istek ve ihtiyaçlarına göre belirlemelidirler. Müşteri bu süreç içerisinde çok fazla öneme sahip olmaktadır.

Ekonomik anlamda işletmelerin modern ihtiyacı, kaliteyi tüm işlemler ve faaliyetler için sağlamak ve kalıcı hale getirmek olmalıdır. Örneğin işletmeler, tasarım aşamasında müşterinin ihtiyacını önceden tahmin ederek, hataları önlemeye yönelik çalışmalar yaparak, iş gücünü daha kaliteli hale getirerek, işletme içerisinde kaliteyi yaratma ve yaşatma çabası içerisinde olmalıdırlar.

Tüketici algısında oluşturulacak kalite algısı, tüketicinin diğer markalara karşı olan tercihini olumsuz etkileyecek ve kaliteli olarak algıladığı ürün veya hizmete yönelmesini sağlayacaktır. Ancak işletmelerin müşteride oluşturacakları bu kalite algısı kolay olmayacaktır. Tüketici farklılıkları, tüketim değişiklikleri, insan değişkenin karar almadaki farklı düşünce yapısı ve tahmin edilemez oluşu gibi nedenler kalite olgusunun yaratılmasını güçleştirecektir. İşletmeler stratejik yönetim planlarında kalitenin yaratılması ve yaşatılmasına gerekli önemi vermeli ve bunu tüketicinin

algılamasını sağlamalıdır. Tüketicinin bilinçli olarak veya bilinçaltındaki algısı sebebiyle ürün veya hizmeti tercih etmesi sağlanmalıdır.

Kalite artık insanların ekonomik ve sosyal hayatlarında tercihlerini yaparken kullandıkları, bireyler için farklı anlamlar taşıyabilen bir kavram haline gelmiştir. Kalite hayatın her alanında, sosyal yaşantıda, kamu hizmetlerinde var olmaya başlamıştır. Sadece tüketicilerin ekonomik anlamda yaptıkları tercihlerinde kullanılmak yerine kamu hizmetlerinin her alanında da aranılan bir özellik olmuştur. Böylece kalite her alanda varlığını sürdürmeye devam edecektir.

Kalite kavramının ortaya çıkışından, temel unsurlarından ve özelliklerinden ilk bölümde bahsedilmiştir. Kalitenin tarihsel gelişimi ve dönemsel olarak değerlendirilen farklı kalite anlayışları ayrıca Türkiye'deki kalite gelişiminden ve kalite olgusuna katkıda bulunan önemli kalite uzmanları ve katkıları anlatılmıştır.

İstatistiksel kalite kontrol anlayışının başlangıcı olarak değerlendirilen kalite kontrol grafiklerinin kullanımı ve günümüz kalite kontrol yönetimi anlayışı içerisinde yer alan istatistiksel kalite kontrol araçları ikinci bölümde anlatılmıştır. İşletme içerisinde kullanımı en yaygın olan yedi temel kalite aracından ayrıntılı olarak bahsedilmiştir. Yedi temel istatistiksel kalite kontrol aracı Shewart'ın kalite kontrol grafikleri kullanımı ve Ishikawa'nın kalitenin gelişmesine katkıda bulunabilecek yeni kalite araçları geliştirmesi ile şekillenmiştir. Ayrıca farklı kontrol grafikleri türleri hakkında ayrıntılı bilgiler sunulmuştur.

Çalışmanın üçüncü bölümünde uygulama kapsamındaki bakır ve bakır ürününe ilişkin genel bilgiler verilmiştir. Kontrol grafiği konusu olan direnç miktarı değişkenliği ve önemi anlatılmış, farklı kontrol grafiği yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Farklı kontrol grafiği türleri arasında kıyaslama yapılabilmesi amacıyla eşit standartlarda değerlendirme sonuçları sunulmuştur.

Çalışmanın sonuç bölümünde ise yapılan uygulamaya ait kontrol grafiği seçim önerisinde bulunulmuş ve kullanılan farklı kontrol grafiği türleri karşılaştırılmıştır. İşletme yapısına uygun olabilecek kontrol grafiği farklılıkları ve uygulama kapsamındaki işletmenin kullanımına uygun Shewart kalite kontrol grafiği önerisi sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEMEL KAVRAMLAR

1.1. Kalite

Kalite insanların yaşam süreleri boyunca bir ürün veya hizmeti tercih etmelerine neden olan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel itibariyle kalite, ürünün veya hizmetin müşteri algısında satın alma güdüsü oluşmasına neden olan özellikleridir.

Kalite anlayışı tüketicinin özellikleri, sosyal konumu ve ekonomik durumuna bağlı olarak değişebilen, farklı gereksinim ve beklentiler gibi farklılıklar nedeniyle biçimlenebilen öznel bir kavramdır. Gereksinimler, beklentiler, sosyal ve ekonomik çevre, kültürel ve dini yapı, gelenekler, ekonomik düzey, teknoloji, iklim, coğrafya, eğitim, genel toplumsal yargılar, müşterinin kalite algısını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir (Ağbuga, 2007: 3).

Müşteri veya insanların algılarındaki tercih yargılarının nedenlerini belirleyen değişkenlerin çok fazla olması ve hesaplanabilir olmaması sonucu, bu tercihler için kesin bir yargıya varmak imkânsız denilebilecek kadar zordur.

Tüketiciler açısından bir mal veya hizmetin kalitesi farklı olarak algılanabilir. Çünkü her tüketicinin farklı öncelikler hiyerarşisinde sıraladığı ihtiyaçları vardır ve bu ihtiyaçlar tatmin edildikçe, ürüne yönelik kalite algısı artmaktadır. Böylece kişiden kişiye değişken bir durumun olması, kaliteye yönelik net bir tanımın yapılmasını zorlaştırmaktadır (Akdoğan, 2011: 31).

Kalite kavramı aslen değerli bir özellik, biçim, nitelik anlamında olan "qualitas" olarak Çiçero tarafından icat edilmiştir (Curelar, 2013: 34).

Türetildiği anlam vasıtasıyla kalitenin üretim sürecine dikkat çektiği, ilk olarak üretim sürecindeki farklılıkları ve iyileştirmelere önem verdiği anlaşılmaktadır. Sonraki süreç içerisinde kalitenin farklı olarak anlamlandırıldığı görülmektedir.

Kalite hakkında yapılan tanımlamalarda mevcut benzerlikler ve farklılıklar fikir birliğinin olmadığını göstermektedir. Ancak yaygın olarak kullanılan ve benzer kavram ve ifadeler taşıyan tanımlamalarda mevcuttur. Günümüzde kalite tanımlamaları arasında en çok kullanılan kaliteye ilişkin yapılan tanımlamalar şu şekildedir:

Kalite ile ilgili kişi ve kuruluşların tanımları;

Uluslar arası Standartlar Örgütü (International Standardization Organization) tarafından yapılan tanımlamaya göre kalite, bir varlığın belirtilen ve ima edilen ihtiyaçları karşılama yeteneği ile ilgili olan özellikler bütünüdür (Al-Qutaish, 2010: 166).

Avrupa Kalite Kontrol Birliği'nin kalite değerlendirmesi; bir mal veya hizmetin belirli bir ihtiyacı karşılayabilme yeterliliklerini ortaya koyan özelliklerin tümüdür (Toraman, 2010: 2).

Amerikan Kalite Derneği (American Society For Quality)'nin belirlediği tanıma göre, kalite teknik kullanım açısından iki farklı şekilde değerlendirilmektedir (Akdoğan, 2011: 31):

- Bir hizmet ya da malın belirtilmiş ya da potansiyel ihtiyaçları karşılama başarıları,
- Bir hizmet ya da malın hatasız olmasıdır.

Japon Sanayi Standartları'nın kalite tanımlaması, bir mal veya hizmetin ekonomik yoldan tüketici isteklerine yanıt veren bir üretim sistemidir (Toraman, 2011: 2).

ISO 9000 standartlarına göre kalite, "Bir ürün veya hizmetin belirlenen ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerinin tümüdür." şeklinde tanımlanmaktadır (Röhr vd., 2005: 649).

Crosby kaliteyi, bir ürünün müşteri gereksinimlerine uygunluk olarak tanımlamaktadır (Manning vd., 2006: 91).

Deming'in kalite tanımına göre kalite, azaltılmış değişim sayesinde sürekli iyileştirme (Gill, 2009: 533).

Armand Feigenbaum'a göre mal ve hizmet kalitesi; "Tüketici gereksinimlerini mümkün olan en ekonomik düzeyde karşılamayı amaçlayan pazarlama, tasarım, üretim ve kalitenin sürdürülmesi özelliklerinin bileşimidir." şeklinde tanımlanmalıdır (Altıntaş, 2006: 12).

Joseph M. Juran kaliteye "kullanıma uygunluk" anlamını vermiştir (Gill, 2009: 533).

G. Taguchi tarafından kalite, ürünün sevkiyattan sonra toplumda neden olduğu minimal zarardır, şeklinde tanımlanmıştır (Batmaz, 2010: 4).

Gilmore ve Levitt'e göre kalite, spesifikasyonlara uygunluktur (Nair vd., 2013: 505).

Türk Standartları Enstitüsü'ne göre kalite, insan sağlık ve emniyetinin, hayvan ve bitki varlığının ve çevrenin korunması veya tüketicinin doğru bilgilendirilmesi gibi kriterler göz önüne alınarak bir ürün veya hizmetin var olan veya olabilecek ihtiyaçları karşılama yeteneğine dayanan özelliklerinin toplamıdır (Büker, 2007: 7).

Ayberk'e göre kalite; beklenen kullanıma uygunluk anlayışıdır. Kullanıcının ürün kalitesi beklentisi yönlendirici değerlerle tanımlanmalı, talebe dönüşerek üretime ve ürüne yansımalıdır (Yaman, 2011: 13).

Bu tanımlamalardan yola çıkarak kalitenin temelde iki şekilde değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Bunlar; algılanan ve gerçek kalitedir. Algılanan kalite, bir ürünün genel mükemmelliği ve üstünlüğü konusunda tüketicinin yargısı olarak tanımlanmıştır. Algılanan kalite gerçek kaliteden farklıdır. Algılanan ürün kalitesi yüksek bir soyutlama düzeyi ve belirli bir tüketim ayarından bahsetmesi ile karakterize edilen genel bir değerlendirmedir. Gerçek kalite ile kastedilen ise bir ürünün doğrulanmış ve ölçülebilir gerçek teknik mükemmelliğidir (Tsiotsou, 2006: 210).

Müşterilerin kişisel beklentileri nedeniyle ürün veya hizmetten algıladıkları kalite farklı olmaktadır. Bu yüzden tüm müşterilerde aynı memnuniyetin oluşmasını sağlamak algılanan kalitenin boyutunu göstermektedir. Ancak firmalar gerçek kaliteye önem vermekte ürün veya hizmet standartlarında istikrarlı özellikte ürün veya hizmet üretmeye çalışmaktadırlar.

Tüketiciler kaliteye satın alırken, üreticilerde kaliteyi geliştirebilmek için sürekli yatırım yapmaktadırlar. Aynı zamanda, tüketiciler satın aldıkları faydayı maksimize etmek isterken, üreticiler de karlarını maksimize etmeye çalışırlar (Altunsaray, 2012: 3).

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan araştırmalarda kötü kaliteyi düzeltme maliyetlerinin, diğer bir ifadeyle, kaliteyi kontrol etmedeki başarısızlığın maliyetinin bazı firmalarda satış tutarlarının % 40'ına kadar çıkabileceğini göstermektedir. Bu da kalite kontrolünün önemini ve temel amaçlarından birinin işletme maliyetini düşürmek olduğunun bir somut kanıtı olarak karşımıza çıkmaktadır (Sayan, 2006: 7).

Algılanan kalite ve gerçek kaliteyi farklılaştırarak cazip ve mecburi kalite olarak değerlendiren Kano modeli müşteri memnuniyetini etkileyen müşteri ihtiyaçlarının öncelikleri ve sınıflandırması için yararlı bir araçtır. Model müşteri memnuniyeti ve ürün performansı arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi ele alır. Uygulamada Kano modeline göre dört tip ürün özelliği tanımlanmıştır (Xu, 2009: 88):

1. Olması gereken özellikler, müşteri tarafından beklenen ve eksik veya zayıf olması durumunda aşırı müşteri memnuniyetsizliğine yol açan özelliklerdir.
2. Tek boyutlu özellikler, daha iyi yerine getirilmesi doğrusal olarak müşteri memnuniyeti artışı sağlayan özelliklerdir.
3. Cazip özellikler, müşteri tarafından beklenmeyen ve mevcut olması durumunda büyük memnuniyet sağlayabilecek özelliklerdir.
4. Önemsiz özellikler, müşterinin performans düzeyi ile ilgili olmadığı özelliklerdir.

Farklı bakış açılarından değerlendirilen kalite kavramı temel olarak aşağıdaki unsurlar dikkate alınarak değerlendirilmektedir.

1.1.1. Kalitenin Unsurları

Kaliteyi oluşturan özellikler çok farklı değişkenlere sahip olabilmektedir. Bir malın ya da hizmetin kalite spesifikasyonlarını; tüketicinin talep ve beklentileri, rekabet, ürünün kullanılış amacı, fiyatı, ürünün özellikleri, test ve muayene işlemleri gibi faktörler belirler. Ayrıca pazarlama politikası, tüketicilerin bilinç seviyesi de bu faktörler arasında sayılabilir. Ek olarak açığa çıkmamış gereksinimler de kaliteyi belirleyebilmektedir (Yılmaz, 2007: 13).

Tüm değişkenler kontrol edilemeyeceği ve karşılanamayacağı için kalitenin temel özellikleri hakkında genel kabul görmüş değerlendirmeler bulunmaktadır. Bu anlayışlarından en popüler olanı Garvin tarafından yapılmıştır. Garvin ürünün yaşam

döngüsünü baz alarak ürün kalitesini tanımlamaya çalışmıştır. Garvin'e göre kalitenin 8 boyutu (Ghylin vd., 2008: 77):

- Performans: Bir ürünün temel çalışma özellikleri,
- Özellikler: Bir ürünün gerekli olmayan görsel ve fonksiyonel farklılıkları,
- Güvenilirlik: Belirli bir süre içerisinde hatalı bir ürünün olma olasılığı,
- Uygunluk: Bir ürünün dizayn ve üretim standartlarının eşleşme derecesi,
- Dayanıklılık: Bir ürünün hayat ölçüsü,
- Hizmet Görme Yeteneği: Hız ve onarım yetkinliği,
- Estetik: Bir ürünün nasıl görüldüğü, hissettirdiği, sesleri, kokusu veya tadı gibi öznel ölçümleri,
- Algılanan Kalite: Ürünün benzer bir ürüne karşı nasıl nitelendirildiğinin öznel ölçümü.

Garvin tarafından yapılan bu sınıflandırmaya ek olarak ayrıca genel olarak kaliteye ilişkin tanımlamaların ortak noktalarından yola çıkılarak, kalitenin boyutları aşağıdaki gibi 6 unsur ile temsil edilebilir (Akgül, 2006: 11).

1. İşlevsellik (Functionality): Tüketicinin bir mamulden beklenen amacı imalat işlemi sonunda veya ilk kullanılmaya başlandığı zaman gerçekleştirip gerçekleştirmediği hususu, kalitenin işlevsellik boyutunu göstermektedir.
2. Güvenilirlik (Reliability): Daha önceden tespit edilen süre içinde mamulün arıza yapmadan çalışmasıdır.
3. Dayanıklılık (Durability): Mamulün standart olmayan koşullar altında kendisinden beklenen işlevi ne ölçüde gerçekleştirdiğidir. Örneğin; Şok, vibrasyon, sıcak, soğuk vb. gibi özellikler dayanıklılık boyutuna etki etmektedir.
4. Güvenilirlik (Security): Mamulü kullanan kişiye güvenliğini bozucu bir durumun bulunmamasıdır.
5. Kullanılabilirlik (Ergonomy): Mamulü kullanan kişide fiziksel problemler ortaya çıkarmamasıdır.
6. Estetik Özellikler (Esthetics): Mamulün görünümü ile ilgili özelliklerdir. Yüzey düzgünlüğü, simetri, parlaklık, renk, koku vb. gibi özellikler bir mamulün estetik özelliklerini belirlemektedir.

Kaliteye ilişkin yapılan tüm sınıflandırmalar temel olarak üç başlık altında toplanabilir. Bunlar; tasarım, uygunluk ve performans kalitesidir.

1.1.1.1. Tasarım kalitesi

Tasarım kalitesi, hedef olarak belirlenmiş kalite boyutudur. Bir sanayi, bir ürünü belli bir kalite düzeyiyle – yani hedeflenmiş kaliteyle – üretmek veya sunmak istemektedir. Bu açıdan bakıldığında tasarım kalitesi, genel olarak, “Üretilen ürün veya hizmetin müşteri tarafından talep edilen niteliklere sahip olması, yani onun istek ve ihtiyaçlarını karşılama derecesi olarak tanımlanabilir.” (Bostancı, 2009: 23).

Tasarım kalitesi aynı zamanda hedeflenen kalite olarak da nitelendirilmektedir. Amaç tüketicinin istek ve ihtiyaçlarının karşılanmasıdır. Tüketici memnuniyetsizliğinin önemli bir bölümü üretim safhasında gerçekleşen sorunlardan çok tasarımla ilgili sorunlardan kaynaklanmaktadır (Yılmaz, 2007: 14). Üreticiler ürün veya hizmet ile ilgili sorunlara ve kaliteye yönelik yatırımlara tasarım aşamasında önem vermelidir. Hatalar oluşmadan önlenmeye ve de kalitenin yaratılması ve yaşatılması tasarım kalitesinin en iyi derecede belirlenmesi ile mümkün hale gelecektir.

İşletmeler tasarım aşamasında kaliteye verilen önemi artırarak kaliteyi temelinden, en karlı şekilde artırabilme fırsatına sahip olabilecektir. Ancak işletmenin ürün tasarımı aşamasında verebileceği kararın kaliteye zarar verebilme olasılığını da vardır. Yüksek kalitenin sağlanması için katlanması gereken ek maliyet, firmanın kalitenin yükseltilmesi ile elde edeceği faydayı karşılıyorsa veya elde edilecek fayda daha yüksek ise tasarım kalitesinin iyileştirilmesine karar verilmesi gerekmektedir.

Tasarım kalitesi işletme açısından farklılık yaratabilir ve rekabet avantajı sağlayabilir. Örneğin müşteri istek ve ihtiyaçları araştırılmadan ve dikkate alınmadan bir uzaktan kumanda üretildiği varsayalım. Diğer taraftan rakip bir işletmenin de müşteri ihtiyaçlarını karşılayan ergonomik bir yapıya sahip bir uzaktan kumanda tasarladığını varsayalım. Müşteri satın alma davranışı diğer şartların sabit olduğu ve sadece makul bir fiyat farkı olduğu varsayılırsa; gayet net bir şekilde ergonomik tasarıma sahip olan ürünü tercih edecektir.

1.1.1.2. Uygunluk kalitesi

İşletmenin veya tedarikçilerin müşteri ihtiyaçlarını karşılamada gerekli olan tasarım özelliklerini karşılayabilmelerinin ölçüsüdür. Uygunluk kalitesi bilimsel açıdan ölçülebilir bir değerdir. Bir ürünün önceden belirlenmiş olan özelliklere ne derece uyum

sağladığı bilimsel olarak tespit etmek olasıdır. Tasarım kavramı kişiden kişiye değişken nitelik taşıdığından dolayı ölçülmesi mümkün değildir. Günümüzde kalite anlayışının temelinde “baştan doğru yap” ilkesi olduğundan, sonraki aşamalara hatalı ve noksan ürünün geçme ihtimali yok denecek kadar azdır. Sıfır hata ile üretimi gerçekleştirilen ürün veya hizmetin uygunluk kalitesi de yüksek derecede olacaktır (Bodur, 2008: 13).

Uygunluk kalitesi ölçülebilir bir karakteristik özelliktir. Müşteriye sunulan ürünün önceden tespit edilen özelliklere ne ölçüde uyduğu yani uygunluk kalitesi bilimsel olarak tespit edilebilir. Uygunluk kalitesi değerlendirilirken iki göstergeden bahsedilebilir. Bu göstergeler ‘nominal değerler’ ve ‘tolerans’dır. Nominal değer, hedeflenen değer düzeyidir. Tolerans ise mamulün üretim aşamasında bir parçanın ölçümlerinde olabilecek hata payı anlamına gelmektedir. Tolerans sınırları içinde kalan tüm mamuller kullanıma uygundur. Uygunluk kalitesi ürünlerin yüzde kaçının uygun olduğu oran ile belirlenebilir (Gülen, 2009: 6).

Belirli bir uygunluk kalitesi sağlanmaya çalışılırken, çeşitli maliyetlerin optimize edilmesine çalışılır. Uygunluk kalitesini ölçerken, bozuk ürünlerin sağlam ürünlere oranından da bahsedilebilir. Sürekli süreç iyileştirme çalışmaları arttıkça; bozuk ürünler nedeniyle oluşan ilk madde ve malzeme, işçilik, bakım-onarım maliyetleri, müşteri şikâyetleri hızla azalır ve bu noktada müşterilerin satın almak istedikleri kalite düzeyinde, fiyatta ve zamanda ürünler üretilmeye başlanır (Sevim, 1996: 7).

1.1.1.3. Performans kalitesi

Performans kalitesi, bir ürünün piyasada ne kadar iyi bir performans sergilediği, yani müşteriler tarafından ne derece iyi algılandığı ve kabul gördüğü konuları ile ilgilidir. Müşteri tatmini, satış analizleri, maliyet karşılaştırması gibi analizler bu alanda kullanılmaktadır (Bostancı, 2009: 24).

İşletmelerin ürün veya hizmetlerinin piyasadaki performans düzeylerinin müşteri araştırmaları, satış ya da hizmet analizleri ile belirlenmesidir. Satış sonrası hizmet, bakım, güvenilirlik ve lojistik destek analiz ve araştırmaları ile işletmenin ürün veya hizmetlerini müşterilerinin satın alma davranışında neyin ya da nelerin araştırılacağını kapsar (Bodur, 2008: 15).

Ürün ya da hizmetin karakteristikleri ve fiyatı, müşterilerin öncelikle bir pazar bölümüne girip girmeyeceklerini ve pazar payının boyutunu belirler. Bir tüketici, performansına göre, bir ürün ya da hizmeti yeniden satın alacak ya da diğer tüketicilere övgü ile bahsedecektir. Performans göstergesi, bir pazar bölümünde; pazar payını ve ürün ya da hizmetin başarısını belirler (Ecevit, 2009: 9).

1.2. Kalite Maliyetleri

Birçok şirket kaliteyi esasında müşteri değeri olarak destekler ve rekabet gücünü elde etmek için kritik bir başarı faktörü olarak dikkate alır. Kaliteyi geliştirebilecek herhangi bir ciddi girişim için sürekli kalite geliştirme programlarının amacı hem müşteri ihtiyaçlarını karşılamak hem de en düşük maliyeti sağlamak olduğundan dolayı kaliteyi elde etmek ile ilgili maliyetler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu kaliteyi elde etmek için gerekli maliyetleri azaltmakla olabilir ve bu maliyetlerin azaltılması için belirlenmesi ve ölçülmesi gerekmektedir. Bundan dolayı kalite maliyetlerinin ölçülmesi ve raporlanması yöneticiler için önemli bir konu olarak düşünülebilir (Schiffauerova ve Thomson, 2006: 647).

Kalite uzmanı Philip Crosby'ye (1979) göre, kalite ücretsizdir. Maliyetler bir şeyi ilk seferde doğru şekilde yapmamayı kapsar. Crosby'ye göre kalite, bir şeyi yanlış yapmanın bedeli olan (uyumsuzluk) kalite maliyetleri ile ölçülebilir. Joseph Juran'ın (1951) düşük kalite maliyetleri hakkındaki "Kalite problemleri olmazsa bütün kalite maliyetleri ortadan kalkacaktır." görüşü Crosby'nin bakış açısına benzerdir (Sower vd., 2007: 123).

Kalite maliyetleri, belirlendiği ve kontrol edildiği sürece kuruluşlara büyük rekabet avantajı sağlayan buzdağının görünmeyen yüzüdür. Bundan dolayı, kalitenin ve dolayısıyla işletmenin tüm performansının göstergesidir. Bu kavram özellikle 1950'lerden sonra yönetim bilimi kapsamında oldukça tartışılmıştır. Kalite maliyeti kavramı ilk kez 1956 yılında A.V. Feigenbaum tarafından ortaya atılmış, önce Japon şirketlerinde, daha sonraları ise Amerikan ve batılı şirketlerde uygulanmaya başlanmıştır (Tanrıkulu, 2010: 36).

Toplam kalite maliyetleri ile ilgili olarak yapılan farklı araştırmalara göre; Kent, Büyük Britanya'da şirket cirosunun yüzde 5-15 oranında, Crosby, ABD'de üretim ve servis firmalarının satışlarının yüzde 20-35'i oranında ve Feigenbaum, gelirlerin yüzde

10'u oranında kalite maliyetlerinin gelir sağladığını tahmin etmişlerdir. En ölçülü bu tahminler kalite maliyetlerinin potansiyel önemini vurgulamaktadır ve bir şirketin net karını aşabilir (Sower vd., 2007: 121).

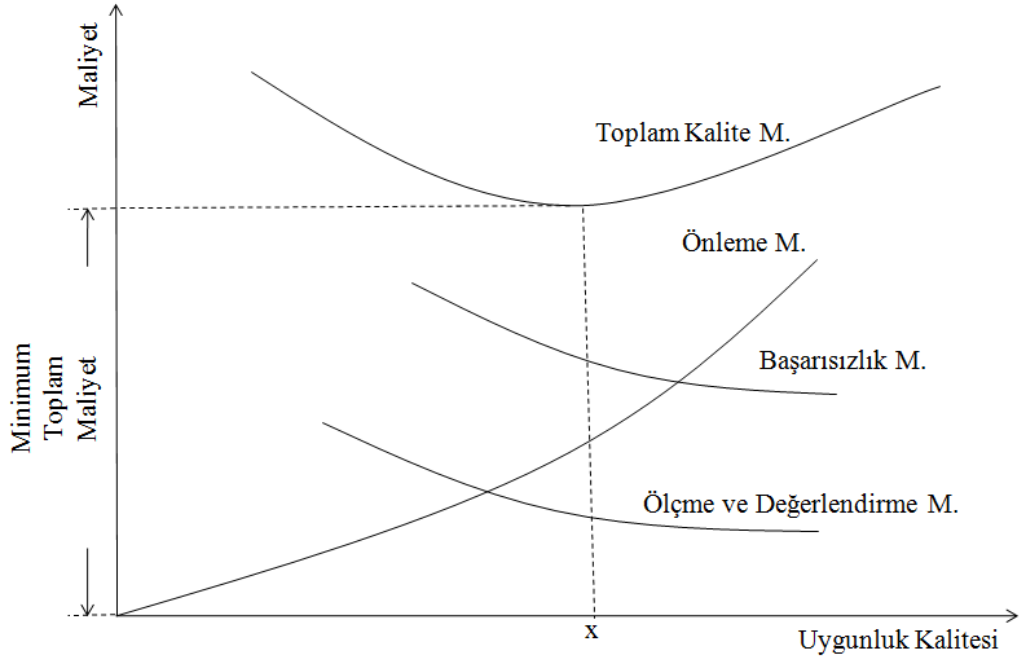
Sonuç olarak kalite maliyetlerine şirketlerin gereken önemi vermeleri, ilgili bilgilerin en etkin şekilde değerlendirilmesi ve bunun sayesinde doğru kararlar alabilmeleri, şirketlerin karını arttıracaktır ve paralel olarak şirketteki Toplam Kalite Yönetimi verimliliği artacaktır.

1.2.1. Kalite Maliyetleri Sınıflandırılması

Çoğu kalite maliyetleri sınıflandırması PAF modeline dayanmaktadır. 1943 yılında kalite maliyetlerini analiz etmeyi keşfeden Armand Feigenbaum ve ekibi dolar tabanlı bir raporlama sistemi geliştirmiştir. Juran (1951) kalite maliyetleri konusunun iktisadi kalite ve kalite maliyetlerinin grafiksel modeli şeklinde ele alınmasına ön ayak olmuştur. Daha sonra Feigenbaum artık yaygın olarak kabul gören önleme, değerlendirme ve başarısızlık (iç ve dış) maliyetleri sınıflandırmasını önermiştir (Schiffauerova ve Thomson, 2006: 649).

PAF modeli kalite maliyetleri için önleme, ölçme ve değerlendirme ve başarısızlık maliyetleri arasında optimal düzeyi sağlamaya çalışır. Modelin ana öncülleri şunlardır (Kim ve Nakhai, 2008: 847):

- Kalite seviyesi özelliklere uygunluk ile belirlenir.
- Kalite düzeyi arttıkça, başarısızlık maliyetleri azalan bir oranda azalır.
- Kalite düzeyi arttıkça, önleme ve değerlendirme maliyetleri artan bir oranda artar.
- Toplam kalite maliyetleri önleme, değerlendirme ve başarısızlık maliyetlerinin toplamıdır.
- Optimal kalite düzeyi firmanın toplam kalite maliyetlerinin minimizasyonu ile belirlenir.



Şekil 1. Kalite maliyet unsurları arasında optimum uygunluk kalitesinin oluşumu
(Tanrıku, 2010: 56)

Kalite maliyet yönetiminin temel amaçlarından biri işletme içinde ve dışında oluşan kalite maliyetlerini optimize etmektir. İşletme içinde düzenli ve sürekli bütçe yapmak suretiyle kalite maliyetleri kontrol altında tutulabilir. Kalite maliyet yönetimi, bir yandan önleme maliyetlerini dengelerken diğer yandan önleme maliyetleri toplamını da minimize etmeyi gerekli görür. Optimizasyonun önemli hususlarından biri, elemanların birini minimize etmek, diğer maliyet unsurunu maksimize etmektir. Örneğin başarısızlık maliyetlerini azaltılmak için değerlendirme maliyetlerine ağırlık verilmesi halinde, dış başarısızlık maliyetleri azaltılmış olur, ancak bu sefer de değerlendirme maliyetleri artmış olur. Bu, dış başarısızlık maliyet bedelini değerlendirme maliyetlerine transfer etmek olacaktır. Gelişen ve değişen teknolojik olanaklar ile kaliteli ürün için önleme yatırımlarında öncelik artmıştır. Klasik uygulamada kalitesizliği önlemek amacıyla oluşturulan giderler, değerlendirme için oluşan maliyetlerden çok azdır. Hâlbuki değerlendirme sırasında insan faktörü rol oynadığından, emek ve zaman kaybı olduğu gibi, zamanı iyi değerlendirememeye, yorgunluk, dikkat dağılımı gibi sorunlar hata oranını arttırmaktadır. Bu gibi insani yanlıgılar, sınırlı önleme yatırımlarıyla mükemmele ulaşma gayretini engellemektedir. Bundan dolayı, önleme artı değerlendirme maliyeti eğrisi Şekil.1'de görüldüğü gibi sonsuza doğru yükselecektir (Atay, 2010: 43).

- **Önleme maliyetleri;**

Üretim öncesi ve üretim sırasında oluşan bu maliyetler; kalite sisteminin tasarlanması, oluşturulması ve organizasyon içine yerleştirilmesine ilişkin faaliyetlerin ortaya çıkardığı maliyetlerdir. Ürün veya hizmetin tüketici isteklerine uygunsuzluğunu önlemek amacı ile gerçekleştirilen maliyetleri içerir. Diğer bir deyişle, kalite gereklerine en ekonomik düzeyde uygunluğun sağlanması için kurulacak olan kalite sisteminin planlanması, uygulanması ve uygunluğun sürdürülmesi maliyetleridir. Kalite sistemindeki başarısızlık nedeni ile ortaya çıkan içsel ve dışsal kalite maliyetlerini yaratan faaliyetlerin tekrarını önlemek amacı ile teknik bilgi ve beceriye dayanan önleyici faaliyet maliyetleri, önleme maliyeti olarak belirtilmektedir. Kalitesizliği önleme faaliyetleri, mal ve hizmet üretiminde doğabilecek hata ve kusurları önceden belirleyip önlemek için yapılan ön çalışmalardan meydana gelir. Bunlar, yeni bir ürün üretimi için tasarım aşamasında yapılacak çalışmaların planlanması, programlanması, üretim süreci boyunca ortaya çıkabilecek hata ve kusurların saptanması ve bunların giderilmesi çalışmalarıdır. Bu çalışmaların amacı, düşük kaliteli ürün üretimini önlemektir. Kalitesizliği önleme çalışmaları için yapılan harcamalar, kaliteye ilişkin olarak yapılan yatırımların bir göstergesidir. Önleme maliyetleri başarısızlık maliyetlerini minimize etmede bir ölçüdür (Tanrıku, 2010: 43-44).

Anderson ve Sedatole, önleme faaliyetlerini iki kısımda incelemektedir. Bu kısımlar; kalite kontrol dışı önleme faaliyetleri (off-line prevention activities) ve kalite kontrol üzerindeki önleme faaliyetleri (on-line prevention activities)'dir. Kalite kontrol dışı önleme faaliyetleri ürün tasarımı, süreç tasarımı ve ürünün ilk örneğinin test edilmesi gibi üretim öncesi gerçekleşen faaliyetlerdir. Kalite kontrol üzeri önleme faaliyetleri ise, ekipmanların sağlanması ve kalite eğitimi gibi üretim esnasında gerçekleşen faaliyetlerdir (Atay, 2010: 24-25).

Kalite maliyetinin unsurlarına ve kaynağına ilişkin D.M. Lundvall tarafından yapılan bir çalışmada önleme maliyetinin toplam maliyet unsurları içerisindeki payı %37,5 olarak tespit edilmiştir. Bu maliyet unsurundaki bir artış, uygunluk kalitesine bir artış olarak yansımaktadır. Bu yansıma aynı zamanda değerlendirme maliyetinde bir düşüşle sonuçlanacaktır. Çünkü kalitesizliği önlemek için yapılan her harcamanın hizmet kalitesine yapacağı olumlu etki daha az rutin test yapmayı sağlayacaktır. Ayrıca, önleme maliyetindeki bir artış, hizmet kalite sürecinde kalite hedeflerine uygunluğu daha fazla

sağlayacağı için, başarısızlık maliyetlerinde de buna bağlı olarak bir azalma görülecektir (Neyiş, 2013: 35).

- **Ölçme ve değerlendirme maliyetleri;**

Kalite döngüsünün herhangi bir aşamasında gerçekleştirilen kontrol ve doğrulama gibi maliyetleri kapsayan kalite başarısının gereksinimlerini değerlendiren maliyetlerdir (Srivastava, 2008: 197).

Ölçme ve değerlendirme maliyetleri, kalite ihtiyaçlarının tasarım aşamasında yapılan kaliteye uygunluk derecesini garantiye alma amacı için mamul öncesi girdilerin kontrolü, test edilmesi, muayenesi, yeniden gözden geçirme ve değerlendirme çalışmaları faaliyetleri için yapılan giderleri ihtiva eder. Oakland'a göre satın alınan malzeme, süreçler, yarı mamuller, ürünler ve hizmetlerin istenen kalite düzeyine ulaşması için; diğer bir ifadeyle kalite uygunluğunu sağlamak için katlanılan maliyetlerdir. Ölçme – değerlendirme maliyetleri; gelen ürünün muayenesi ve testi için personel giderleri, satın alınan malzemenin kalitesine değer takdiri ile ilgili giderler, işlem içindeki ürün ve hizmetin denetimi, kontrolü, teslim alma muayenesi, laboratuvar kabul testi, muayene sonuçlarının analizi, raporlanması, denetim ve test için tesis giderleri gibi giderleri içermektedir. Bu aşamada bazı hataların tespit edilmesi üretimin ileriki aşamalarında daha fazla kalite maliyetlerinin ortaya çıkmasını engelleyecek ve daha etkili ve verimli test yöntemlerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır (Atay, 2010: 32-33).

- **Başarısızlık maliyetleri**

İşletmeler mal ya da hizmet üretirken, tüm mal ya da hizmetlerin üretimini aynı kalitede gerçekleştiremezler. Bir mal ya da hizmet ihtiyaçları karşılama başarısız olursa bir takım maliyetler ortaya çıkar. İşte bu şekilde ortaya çıkan başarısızlık maliyetleri, ürün kalite sürecinin herhangi bir aşamasında kalite hedeflerinden ve kalite standartlarından sapmaların yol açtığı maliyetler olup, içsel ve dışsal başarısızlık olarak ikiye ayrılırlar. Kötü kalitenin bir sonucu olarak katlanılan bu maliyetler işletmeye artı yük getirmekte ve başarısızlığın maliyetini göstermektedir. Bu maliyet yüklerine katlanması gibi bir zorunluluk yoktur. Yani kalite bilincinden yoksun, ilkel kalite anlayışıyla üretim yapmaktan kaynaklanan bu tür maliyetlerin giderilmesi mümkündür. Başarısızlık maliyetlerinin, kalite maliyetleri içerisindeki payı %50 ile %90 arasında

değişmektedir. Başarısızlık maliyetlerini en az seviyeye indirebilmek için önleme ve değerlendirme araştırmalarının doğru olarak uygulanması gerekmektedir (Atay, 2010: 35).

a- İç başarısızlık maliyetleri

Krishnan Kumar iç başarısızlık maliyetini şöyle açıklamıştır: Ürünün müşteriye ulaştırılmadan önce tespit edilen kusurları ile ilgili maliyetlerdir. Ürünün sevkiyatı öncesinde var olan ve yok edilebilir maliyetlerdir. Dwyer'a göre genel olarak iç başarısızlık maliyeti olarak değerlendirilebilecek maliyetler: hurda, yeniden işleme, hammadde ve malzeme incelemesi, sorun giderme ve yeniden test etme, başarısızlık analizi, raporlama ve düzeltici eylem araştırma ve müşteri hizmetleridir (Krishnan, 2006: 84).

b- Dış başarısızlık maliyetleri

Müşteri veya kullanıcıya teslimattan sonra, ortaya çıkan cezalar, garanti, değerştirme ve dolaylı kayıplar kapsamında bildirilen şikayetler, uyumsuzluk veya kusur nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerdir (Srivastava, 2008: 197).

Alıcı destekleme, nakletme maliyetleri, üretim/süreç mühendisliği, garanti ve tamir maliyetleri, sorumluluk talepleri, alıcı şikâyetlerinin araştırılması ve tanzim edilmesi, garanti süresi içinde yerine getirilen yükümlölükler, bozuk ürünlerin onarımı ve yenisiyle değerştirilmesinde katlanılan yükümlölükler, kabul edilmeyen ve iade edilen ürünlerin değerştirilmesi, satış iptallerine ilişkin geri gönderme maliyetleri, uzlaşmada kalite gereksinimlerine tam olarak uymayan ürünlerin alıcı tarafından kabulü için fiyat indirimi ve benzer maliyetlerdir. Kalite iyileştirme programının amacı, bozuk ürün üretimini azaltma, artık üretimini azaltma ve verimlilik artısını sağlamaktır. Dış başarısızlığa neden olan kalite özelliklerindeki sapmaları yok ederek, kontrol etme programları geliştirme ve dış başarısızlık sonucu katlanılan cezaların tekrarını önlemek gereklidir (Tanrıku, 2010: 51).

1.3. Kalite Kontrol'de Standart, Spesifikasyon ve Tolerans

Kalite kontrolü; satın alma ve üretim gibi alanlarda kalitenin ve güvenilebilirliğinin sağlanması, sürdürölmesi ve yürütölmesi çalışmalarını planlama, programlama ve geliştirme yolu ile üretimin tüketici açısından en ekonomik düzeyde ve

en yüksek kalitede yapılmasına olanak sağlayan bir yönetim sistemi oluşturur. Tüm bunların gerçekleştirilmesi için üretim anında, kaliteyi etkileyecek bazı araçlardan yararlanmak doğru olacaktır. Söz konusu araçlardan en önemlileri: standartlar, spesifikasyonlar (özellikler) ve toleranslardır (Gümüšođlu, 2000: 17).

Kalite kontrol sistemleri test altındaki bir ürünün kusurlarını tespit etmek için bir endüstriyel tanılama prosedürü yapar. Kusur tanımlandıktan sonra bir dizi fiziksel büyüklük kontrol koşulları altında her ürün ve özellik için hesaplanır ve referans değerleri ile karşılaştırılır. Bu nedenle kalite kontrol, özelliklere uygunluğun ölçülmesi anlamına gelir. Herhangi bir kalite kontrol sistemi, kalite kontrol görevi gerçekleştirmek için yerel olarak kullanılabilen, gelecek alımlar ve kullanımlar için bir veri tabanında saklanabilen veya üretim süreçlerinde ileri veya geri beslenebilen ve süreç kontrolü için kullanılabilen, temsilciler tarafından yönetilen nicel bilgiler kaynağıdır (Castellini vd., 2011: 425).

Müşterilerle ilgili olarak işletme örneğin müşteri ihtiyaç ve özellikleri hakkında detaylı bilgi talep ederek müşteri taleplerinin analiz edilmesini ve firma aktivitelerine dâhil edilmesini sağlamalıdır. Bu işletmenin müşteri gereksinimlerini karşılamak için yardımcı olacaktır (Tarı vd., 2007: 487).

1.3.1. Kalite Kontrol'de Standart

Kalite iyileştirme süreçleri ve hesaplamalar genellikle tasarım aşamasında ya da iş aşamasında yürütölmektedir. Bu aşamada ürün için standartlar kalite odaklıdır ve müşteri gereksinimleri dikkate alınır. Ama örgütsel düzeyde, süreç ile ilgili görevler ve prosedürler de birlikte organize edilmelidir. Ürünün istenilen standartları; tam boyutu, malzeme bileşimi ve üretim süresi gibi bazı kriterler olabilir. Tüm çalışanlar kalite gerekliliğini anlamalı ve günlük işlerinde gerekli teknikleri istihdam etmelidirler (Motorcu ve Güllü, 2006 :365).

Standart çıktı tasarımı; üretim, ölçme, v.b. konularda önceden saptanmış olan kurallardır. Bu kurallar en iyi düzeye ulaşılması amacıyla oluşturulur. İşlevsel gereksinimler ve güvenlik koşullarının karşılanması bilimsel ve teknik araştırma ve deneyimler sonucu gerçekleştirilir. Standartların gelecekteki gereksinimlere cevap verecek biçimde, değişimlere ayak uydurabilecek sürekli bir süreç olarak düşünölməsi doğru olur (Gümüšođlu, 2000: 17-18).

Genel olarak standart, benzer ürünleri kategorilere ayırmak ve piyasa katılımcıları tarafından anlaşılabilir tutarlı bir terminoloji ile bunları açıklamak olarak tanımlanabilir (Trienekens ve Zuurbier, 2008: 111).

Standartlaştırma, bir işin standardına uygun olarak yapılması ve sonra işlemin doğrulanarak, o işin standart ölçülerine uygunluğunu sağlama veya bulma sürecidir. Bir işi standardize ederken yapılması gerekenler (Öztürk, 2013: 61):

- Standardı anlamak.
- Yapılan iş veya süreci, standart için kıyaslayacak bir yöntemi bulundurmak.
- Standarttan ne kadar değişkenliğin kabul edildiğini bilmek.
- Yapılan iş veya üretilen parçalar standardı karşılanmadığında, bu parçalar atılmalı veya düzeltilmeli ve belki de süreç düzelterek üretilmelidir.

Standardizasyon karmaşıklık ile baş etmenin anahtarı olan rutinleşme öneren bir bakış açısı ile bilimsel yönetimden türetilmiştir. Standardizasyonun istikrarı sağladığı ve günümüz iş dünyasında bir dereceye kadar gereklilik olduğu varsayılır. Standardizasyon terimi kuralların, politikaların ve prosedürlerin derecesini ifade eder (Link ve Naveh, 2006: 510).

Üretim işlemlerini karşılamak, verimliliği artırmak, üretim maliyetlerini düşürmek, materyal kayıplarını en küçükmek, makine ve araç-gereç yatırım maliyetlerini düşürmek, bakım-onarım ve yedek parça harcamalarını düşürmek, müşteri gereksinimlerini en iyi biçimde karşılamak için belirlenen standartlar, ekonomik ve sosyal yaşamın kaçınılmaz araçlarıdır. Bu nedenle ham materyallerden, yarı işlenmiş yapına, yardımcı malzemelere, makine ve araç-gereç, üretim işlemlerine değin bir dizi konunun standartlaştırılması gerekmektedir (Gümüšoğlu, 2000: 18).

1.3.2. Kalite Kontrol'de Spesifikasyon

Herhangi bir ürünün üretilmesi için gerekli işlerin doğru, eksiksiz ve kolaylıkla yapılabilmesi için geliştirilen talimatlara veya ürünün herhangi bir yanılığa neden olmayacak şekilde anlatılmasını ve standartlara uygun olarak üretilmesini sağlayan kalite özelliklerine “spesifikasyon/özellik” veya “şartname” adı verilir. Dolayısıyla, bir ürünün üretilmeye başlanmasının birinci adımı alıcının isteklerini belirten spesifikasyonlardır. Bu işlem teknik olarak bir tasarım problemidir. İkinci adım, söz

konusu spesifikasyonların karşılanması için üretime geçilmesi ve üretim aşamasında veya sonunda nihai ürünün kalitesinin kontrolü gelmektedir (Işığışok, 2012: 63).

Spesifikasyonun amacı, üründen beklenen özelliklerin eksiksiz olarak üretici ve tüketiciler tarafından kolaylıkla anlaşılmasını sağlayacak şekilde tanımlamaktır. Spesifikasyonlar aracılığı ile bir işletmede gerek bölümler arasındaki ilişkilerde, gerekse alıcı ve satıcılarla olan ilişkilerde yanlış anlamaları minimum düzeye indirilebilmektedir. Spesifikasyonlar, belirli bir üründen imalatçıların ve müşterilerin neler beklediklerini belirler. Müşterilerin beklentileri arasında bir uyum ve anlaşma sağlamasına yardımcı olur. Spesifikasyonları dört grupta toplamak mümkündür (Ertuğrul, 2006: 58-59):

- Malzeme ve ürün spesifikasyonu,
- Süreç Spesifikasyonları,
- Test spesifikasyonları,
- Kullanma spesifikasyonları.

Tolerans ve spesifikasyonlar üretim ve hizmetlerin sınırlarını tayin eden faktörlerdir. Bununla beraber toleranslar üretim ve daha çok hizmetlerin fiziksel ölçmeler yönlerini, spesifikasyonlar ise malzeme, ürün ve hizmetlerin tüm özelliklerini içermektedir. Bu bakımından spesifikasyonlar daha geniş kapsamlı olup toleransları da kapsamaktadır (Akkurt, 2002: 12).

1.3.3. Kalite Kontrol'de Tolerans

İlk kez 1902 yılında J.N. Newall adında bir İngiliz sanayisince geliştirilen ve izin verilen sapma nicelikleri olarak tanımlanan toleranslar, üretim verimliliğinin artması ve üretim maliyetlerinin en küçüklemesini amaçlar. Toleranslar doğadaki tüm varlıkların birbirinden farklı olması nedeniyle, üretimde de birbirin aynı yapıların üretilmesinin olanaksızlığı sonucu ortaya çıkmıştır. Toleranslar; tasarım, üretim ve kalite kontrolü çalışmalarıyla yakından ilişkili olup, yapının tasarlanması aşamasında belirlenirler (Gümüšoğlu, 2000: 21).

Bir ürünün her parçasının boyut, biçim, uyum sağlama ve konum gibi değişkenlikleri vardır. Tolerans problemlere neden olmadan değiştirilebilir değişkenlikler miktarı anlamına gelmektedir. Ürün tasarımında toleransların mümkün

olduğu kadar düşük olması istenir fakat süreç tasarımında üretim süreci için toleransların olması istenir. Eski sistem çok pahalıdır ve sonraki sistemde yeniden işleme, hurda veya uygunsuzluk riskleri vardır. Bu nedenle tolerans limitlerinin her ikisini de memnun edecek uygun bir şekilde belirlenmesine ihtiyaç vardır. Tüm bileşenler tolerans sınırları içinde olmasına rağmen, bir parçanın hatalı birleştirilmesi her parçanın değişkenliği nedeniyle tolerans değerini arttıracaktır. Bundan dolayı, verimliliği ve ürün kalitesini artırmak ve üretim maliyetlerini düşürmek için tolerans yığını montajda iyi analiz edilmeli ve kontrol edilmelidir (Kumaravel vd., 2007: 704).

Tolerans limitlerini oluşturan hata boyutları çok ve çeşitlidir. Hatalar genelde rastgele ve sistematik olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Rastgele hatalar kaynağı belli olmayan hatalar olup bunların etkime tarzı aynı işlemde pozitif veya negatif yönde olabilir. Sistematik hatalar kaynağı belli olan hatalardır; bunlar aynı (pozitif veya negatif) yönde kendini gösterirler. Üretimde sistematik hataların kaynağı: donanım, malzeme (hammadde), operatör, ölçme, programlama ve çevre gibi faktörler sıralanabilir. Ürün değişimini birinci sırada etkileyen faktör donanımdır. Donanım başta tezgah, takım, tutturma tertibatları, kalıplar olmak üzere süreci gerçekleştiren elemanları içerir (Akkurt, 2002: 10).

Üretim sürecinde bileşenlerin tolerans tasarımı üreticileri için önemli bir konudur. Üretilen tüm bileşenleri mükemmel şekilde imal etmek imkansızdır: yani, kabul edilebilir bir ölçüm hatası ile bir hedef değer etrafında üretilmektedir. Bu ölçüm hatası daha sonra imalat toleransı olarak kabul edilebilir. Bu nedenle, her bir üretilen ürünün varyasyonlarının belirlenmesi ve kontrol edilmesi gerekir. Tolerans veya hata payı ile üretim açısından para tasarrufu sağlanması amaçlanacaktır. Bundan dolayı dizayn toleransı bileşenlerin şekil ve boyut olarak sınırlı varyasyonuna olanak sağlar (Hsieh, 2006: 638).

1.4. Kalite'nin Tarihsel Gelişimi

Kalite kontrol ile ilgili ilk uygulamalar tarımla uğraşan topluluklarda ürünün gözle muayene edilerek uygun olanın seçilmesiyle tüketicilerin kendisi tarafından yapılmıştır (Yılmaz, 2007: 24). Geleneksel tarım yöntemi olarak uygulanan bu gözle kalite muayene yöntemi hala devamlılığını sürdürmektedir. Kalite ile ilgili olarak değerlendirilebilecek bu ilk yöntem bize kalitenin ne kadar eskiye dayandığı hakkında ipucu vermektedir.

Kalite kavramı ile ilgili ilk kayıtlı bilgiler M.Ö. 2150 tarihli Hammurabi kanunlarıdır, 229. maddeye göre; "Eğer bir ustanın yaptığı ev başarısızlığı veya yetersiz işçiliğinden dolayı yıkılırsa ve ev sahibinin ölümüne neden olursa, usta öldürülecektir.". Ayrıca, çeşitli bilimsel alanlarda pek çok önemli keşfin Fenikelilerde, Mısırlılarda ve Mezopotamya uygarlıklarında çağlarına göre yapıldığı ve kalite standartları uyguladıkları görülmüştür (Öztürk, 2012: 10).

M.S. 13. Yüzyıla baktığımızda gelişen çıraklık ve lonca teşkilatının kalite ile ilgili çalışmaları göze çarpmaktadır. Sanatkârlar hem eğitim hem de üretim ve denetim görevlerini üstlenmekteydiler. Aynı ürüne üreten meslek grupları öz denetim mekanizmasını kurmuşlardır: Ahilik, Loncalar gibi. Bunlar kendi ticaretlerini, mallarını ve müşterilerini çok iyi tanıyorlardı, sattıkları malda belirli standartlarda kalite ölçütleri ararlardı. Yaptıkları işten ve başkalarını kaliteli mal yapacak düzeyde eğitmekten gurur duyarlardı. Devlet (ağırlık ve ölçüm konusunda) bazı standartlar belirlemişti ve fertler malları kontrol edip tek bir kalite standardı uygulamaya başlamıştır (Turgut, 1995: 26).

Osmanlıda da kalite ile ilgili standart kavramının ön plana çıktığı görülmektedir. Kalkınmanın temel taşlarından biri olan standardın öneminin yüzyıllar önce Türkler tarafından kavrandığının belgesi olan 1502 tarihli padişah II. Beyazıt Han tarafından çıkarılan Kanunname-i İhtisab-ı Bursa 'da bugünkü anlamda, boyama, ambalâj, kalite gibi esaslar ile ceza hükümleri belirlenmiştir (Ağbuga, 2007: 8).

Kalitenin yolculuğunda ortaçağ Avrupa'sında dikkate alınacak diğer önemli bir gelişme de J.Gutenberg'in matbaayı bulmasıdır. Bu icat "değiştirilebilen standart parça üretimi ve kullanımının" ilk örneği olarak kabul edilmektedir. Diğer bir örnek ise Venedik'te donanmanın silah ve mühimmat ihtiyacının giderilmesi için silah fabrikasının kurulmasıdır. Ordunun ihtiyacı olan ok ve yayları üreten bu fabrikada her çeşit yaya uyumlu standart ok imal etmek ve bunları stoklarında bulundurmaya zorunlu hale getirilmişti. 17. yüzyılda İngiltere'de Kral I.Charles'ın kraliyet silahlı kuvvetlerinin kullanacağı tüm silah ve malzemelerin standardizasyonunu sağlamak amacıyla kurduğu komisyon, standart alanındaki ilk önemli kurullardan biridir (Yılmaz, 2007: 26).

Kalite kavramı ile ilgili güncel düşüncelerin çoğu üretim sektörüne yöneliktir. Üretim kalitesini ve standartlarıyla ilgili kaygılar da 19. yüzyıl sonu ve 20. yüzyıl

başında nitelikli işçilerin azalması ve buna bağlı olarak da toplu üretimde yaşanan sorunlar nedeniyle doğmuştur (Ağbuga, 2007: 3).

Uzak doğunun kalite ile tanışması 1940'lara kadar olmamıştır. Japonlar, II. Dünya Savaşı öncesi İngiliz standartları 600'den haberdar olmuşlardı ve bu standartları savaş sırasında Japoncaya tercüme etmişlerdir (Turgut, 1995: 31).

Japonların geleneksel yaşam kültürleri kalitenin bir yaşam tarzı olarak yaşatılmasına uygun olması Japonların kalite çalışmalarını daha çok benimsemelerine ve hayata geçirmelerine neden olmuştur. Bunun sayesinde Japonlar tanışmakta geç kalmalarına rağmen kaliteye yaptıkları katkılarla kaliteyi geliştirerek batıya ihraç etmişlerdir.

1.4.1. Geleneksel Kalite Kontrol Anlayışı

20.yüzyıl başları olarak değerlendirilen geleneksel kalite yönetim anlayışı muayeneye dayalı bir sistemdir. Taylor, Ford ve Weber gibi dönemin yönetim uzmanlarının bakış açısı ile kalite muayene safhasında kontrol edilen ve sağlanan bir işlem olarak değerlendirilmekteydi.

1801 ve 1809 yılları arasında, Eli Whitney ve Simeon North ABD hükümeti için değiştirilebilirlik kavramına dayalı üretim sistemi ile 10.000 tüfek üretmiştir. Whitney bu yaklaşımı "tekdüzelik sistemi" olarak adlandırmıştır (Arnheiter ve Harren, 2006: 87). Bu gelişme üretim sisteminde köklü değişikliklere zemin hazırlamıştır.

Hayatının 25 yılından fazlasını verimliliği geliştirmek ve geleceğin model fabrikasını kurmak için geçiren Frederick Taylor'un Bilimsel yönetim yaklaşımı 19. yüzyıla ışık tutmuştur. Başmühendis Taylor 20. yüzyıl çalışma hayatının gelişiminin temeli olan bir dizi kavram geliştirmiştir. O farklı kişiler tarafından ele alınan her işin ve özel görevlerin ve zamanında yapılması gereken sürelerinin azaltılmasını desteklemiştir. Etkinliği ve verimliliği sağlamak için Taylor yürütmeden farklı olarak planlama üzerine çalışmıştır. Uygulama kısmı denetçiler ve işgücü tarafından ele alınırken, planlama mühendislerin kontrolünde olmuştur. Taylor'ın sistemi verimliliğini yükseltmede oldukça başarılı iken, insan ilişkileri faktörünü ve ürün kalitesini ihmal etmiştir. İnsan ilişkileri sorunu gözardı edilirken, yöneticiler hiçbir kusurlu malın tüketiciye

ulaşmamasını sağlamak için bitmiş ürünlerin kalitesini izleyen kontrol departmanları oluşturarak ürün kalitesi sorununu ele almışlardır (Maguad, 2006: 182).

Taylorizm'e göre işçiler yaptıkları işi değerlendirebilecek ve kontrol edebilecek kapasiteye sahip değildi; bundan dolayı bitmiş ürünleri incelemek üzere kontrol elemanları görevlendirilmiştir. Diğer bir deyişle kalite, nihai ürünlerin muayenesi üzerine kurulmuştur. Üretilen ürünün ve bu ürünü oluşturan parçaların üretim işlemleri sonrasında %100 muayene edilmesi, hatalıların ayıklanması ve bu şekilde hatalı veya kalitesiz mamulün tüketiciye ulaşmasını önleme amaçlanmıştır. Bu yaklaşım tüketiciyi korumuş ancak üretici için sorun yaratmıştır (Altıntaş, 2006: 8).

Üretimle ilgili olarak Ford'un birleştirme hattı projesi otomotiv endüstrisinden, askeri üretimden, et paketleme endüstrisine kadar birçok endüstride kitle üretimi için kullanılmıştır. Ford hem üretim hızının limitlerini arttırmış hem de hedeflenen kaliteyi sürdürmeyi sağlamıştır. Ford kendi fabrikasında kendi arabalarının %100'ünü üreterek, tüm üretim sürecindeki kontrolü sayesinde hedeflerine ulaşmıştır. (Alizon vd., 2009, 590 - 591).

Max Weber fabrikalarda çalışan işçilerin kırsal kesimden gelmesi dolayısıyla yeterli düzeyde özelliklere sahip olmadığından, işlerini rahatlıkla yapabilmeleri için işin çok küçük parçalara bölünüp standartlaştırılmasını ve koordinasyonu sağlamak için ise otoritenin merkezileşmesinin gerektiği düşüncesindedir (Yılmaz, 2007: 28).

İnsan faktörünün ön plana alınmaya başlaması ile özellikle kalitenin, verimlilik ve yüksek maliyetlerle ilgili sorunların çözümünde birincil öneme sahip olduğunun anlaşılması ve bu üç olgu, yani; kalite, verimlilik ve maliyet arasındaki ilişkinin uluslararası ticari rekabetin gerekleri doğrultusunda geliştirilmesi yeni yönetim modellerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Tansel, 2007: 5).

Yukarıda bahsedildiği gibi genel olarak kalite süreci çeşitli toplumlarda farklı şekillerde ortaya çıkmıştır. Kalitenin oluşmasında muayeneye dayalı üretim sistemlerinde kaynaklanan gelişmelerin etkili olduğu görülmüştür. Günümüz kalite anlayışının temelleri 19. yüzyıl sonları olarak değerlendirilmektedir ve üretim anlayışı esas alınmıştır.

1.4.2. İstatistiksel Kalite Kontrol

1924 yılında, Cicero - İllinois'te bir fabrikada yönetim düşüncesi alanında çok önemli iki gelişmenin başladığı görülmüştür. Mayıs ayında Walter Shewart istatistiksel süreç kontrolü ve kalite gelişimini başlatan ilk kontrol grafiklerini kullanmıştır. Kasım ayında Hawthorne çalışmaları olarak bilinen araştırma projesi serisi başlamıştır ve bu çalışmanın merkezinde çalışma alanının antropolojisi, sosyal psikolojisi ve sosyolojisinin oluşumu yer almıştır (Best ve Neuhauser, 2006: 142).

1920'lerde istatistiksel teoriler kalite kontrole etkili bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Shewart'ın çalışmaları daha sonra Deming tarafından geliştirilmiş ve Shewart, Deming, Dodge ve Romig'in katkıları ile istatistiksel kalite kontrol oluşmuştur. Buna rağmen 1940'ların sonlarına kadar bu teknikler üretim işletmelerinde çok az kullanılmıştır (Smutná ve Farana, 2010: 54).

İkinci Dünya Savaşı'nda eldeki üretim sistemlerinin yeniden düzenlenmesi savaş öncesi ve savaş zamanının acil ihtiyaçlarına yetmeyince kontrol çizelgeleri A.B.D.'de birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır. Kalite kontrolden ve savaş dönemi standartları olan Z-I standartlarından yararlanarak A.B.D. askeri malzemeleri ucuza ve bol miktarda üretebilmiştir (Turgut, 1995: 29).

II. Dünya Savaşı'ndan sonra Kenichi Koyanigi liderliğindeki bir grup savaşın neden olduğu yıkımı yeniden inşa etmek için Japon endüstrisinin tamamına kalite kontrolü yaymada anahtar rol oynayan JUSE (The Japanese Union of Scientist and Engineer)'yi 1946 yılında ve benzer şekilde 1945 yılında JSA (Japanese Standard Association)'yı kurmuşlardır. 1950 yılında JUSE tarafından Deming'in davet edilmesiyle kalite kontrol metodları konusu Japon bilim adamları, mühendisleri ve şirket yöneticilerine anlatılmıştır (Dahlgaard-Park, 2011: 500). Bu seminerlerden derlenen notlar JUSE tarafından "Deming'in İstatistiksel Kalite Kontrolü Dersleri" olarak basılmıştır.

Japon Bilim Adamları ve Mühendisleri Birliği JUSE, Japonya'da kalite anlayışının ve modern kalite kontrol faaliyetlerinin uygulanmasında ve gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Süreli yayınları ve ödülleriyle Japon üreticilerine hem yol göstermekte hem de onları motive etmektedir. JUSE'ye göre örgütsel kriterler 10 grup altında toplanabilir. Bu örgütsel kriterler (Günaydın, 2002: 69):

- 1- Politikalarla ilgili kriterler
- 2- Standardizasyon kriterleri
- 3- Örgütlenme ve yönetim kriterleri
- 4- Bilgilendirme kriterleri
- 5- Kalite güvencesi kriterleri
- 6- İnsan kaynaklarıyla ilgili kriterler
- 7- Geliştirme kriterleri
- 8- Devamlılık kriterleri
- 9- Gelecek planlarıyla ilgili kriterler
- 10- Etki kriterleri (Sonuç kriterleri).

Geleneksel kalite kontrol anlayışı üretici faydasını korumayı hedeflerken, istatistiksel kalite kontrol anlayışında tüketiciyi korumaya yönelik, tüketici faydasını artırmak ön plana alınmıştır.

1.4.3. Toplam Kalite Kontrol

TKK Feigenbaum'un kaliteye kapsamlı yaklaşımından türetilmiştir. Feigenbaum 'Toplam Kalite Kontrol' söz öbeğini bulmuştur ve "en ekonomik düzeyde üretim ve hizmet sağlamak amacıyla bir organizasyondaki çeşitli grupların kalite iyileştirme, geliştirme ve bakım-onarım çabalarının entegre eden etkili bir sistem" olarak tanımlamıştır (Weinstein vd., 2009: 498).

Kalite kontrolüne gereken önemin verilmesinin Japonya'daki başlangıcı 1945 yılında Amerikan işgali ile başlamıştır. Japon muhabere sisteminde kullanılan cihazların çok hatalı olduğunu fark eden Amerikalılar muhabere cihazları sanayisinde kalite kontrol tekniklerinin kullanılmasında ısrar etmişler ve ilk tatbikata 1946 yılında başlamışlardır. 1949 yılında bazı akademisyenler, sanayiciler ve hükümet adamları Kalite Kontrol Araştırma Grubunu (QCRG) kurmuşlardır. Japonlar 1949 yılından itibaren kalite kontrol ve uygulamalarına önem vermeye başlamışlardır ve 1950'de Japon Endüstri Standartları (JIS) damgasının mamullere vurulması için firmanın istatistik kalite kontrol sistemini uygulamasını yasal bir zorunluluk haline getirmiştir (Bostancı, 2009: 31).

Armand Vallin Feigenbaum tarafından tanıtılan TKK kavramı ile Japon TKK kavramı ile aynı değildir. Feigenbaum organizasyondaki tüm süreçlere, dizayn, üretim,

ödeme, satış ve bu aktivitelerle koordine olan tüm süreçlere kalite kontrol aktivitelerinin genişletilmesini şart koyarken, Ishikawa'ya göre Japon TKK anlayışı kalite kontrol aktivitelerine organizasyondaki tüm üyelerin katılımı anlamına gelir. Japon TKK anlayışındaki 'T', 'Toplam Katılım'ı simgeler (Noutomi ve Nakanishi, 2007: 1402).

Dönemin kalite uzmanlarının Toplam kalite kontrol anlayışına göre kalite düzeltme, düzenleme ve geliştirme felsefesi; Deming döngüsü ile standartları belirle, uygunluğu değerlendir, gerekli durumda müdahale et, geliştirmeye yönelik planlama yap şeklinde tasvir edilebilmektedir.

Bağırın 1997 yılında çalışma ortamının iyileştirilmesi yolu ile kalitenin artırılması ve verimliliğin yükseltilmesini hedefleyen kalite kontrolün hedeflerini şu şekilde sıralamıştır (Sayan, 2006: 7-8);

- Çalışanların gerek kendisini, gerekse başkalarını geliştirmesi,
- Yüksek verim ve kalite bilincinin yerleşmesi,
- Departmanlar ve kişiler arası iletişimin, işbirliği ve ekip çalışmasının gelişmesi,
- Problem getirme yerine çözüm getirme alışkanlığının kazanılması
- Çalışanlarda yaratıcılığın artırılması,
- Çalışanların motivasyonunun yükseltilmesi,
- Yeni fikir ve görüşlerin uygulanmasına olanak sağlanması,
- Hataların azaltılması ve kalitenin geliştirilmesi,
- Sorunları önceden önleme yaklaşımının kazanılması,
- Daha büyük bir iş güvenliği bilincinin yaratılması,
- Üretimde verimliliğin artırılması,
- Maliyetlerin düşürülmesi,
- İşlerin daha kısa sürede yapılması,
- Karlılığın artırılması,
- Hataları önleyerek müşteri tatmininin sağlanması,
- İşletmenin pazardaki rekabet gücünün artırılması.

Toplam kalite kontrole geçiş aşaması dünyanın her yerinde paralel olarak yaşanmamasına rağmen ülkelerin kalite gelişimine baktığımızda genel olarak temel alınan değerlerin ortak olduğu bir dönem olarak Toplam kalite kontrol sürecinin varlığı göze çarpmaktadır. Kalite anlayışı Toplam Kalite Kontrol ile hem tüketici hem de üretici faydasını arttırmayı hedef almıştır.

1.4.4. Toplam Kalite Yönetimi

ISO tarafından yapılan açıklamaya göre TKY; kalite merkezli, bütün çalışanların katılımına dayalı ve hem toplum ve işletmenin bütün üyelerinin faydası hem de müşteri memnuniyeti sayesinde uzun dönemli başarı hedefleyen organizasyonun yönetim anlayışıdır (Zink, 2007: 394).

1980'li yıllarda egemen olan "ürün kalitesi" yerine 1990'larda "yönetim kalitesi" olarak geliştirilmiştir. Bir kuruluşun yönetiminde kalite sağlanırsa zaten orada gerçekleştirilecek olan ürün ve hizmetlerin kalitesi kendiliğinden var olacaktır. Günümüzde, insan kaynaklarındaki niteliği ön plana çıkaran ve bunu bir kurum kültürü haline dönüştürüp toplumsal yaşamın içine konumlandıran Toplam Kalite Yönetim anlayışı, bu düşüncelerin ürünü olarak ortaya çıkmıştır (İşçi, 2010: 24).

TKY, sürekli iyileştirme yoluyla müşteri memnuniyetine adanmış bir örgütün kültürüdür. Bu kültür bir ülkeden diğerine ve farklı sektörlerde arasında değişir, ancak pazar payını korumak, karı arttırmak ve maliyetleri azaltmak için bazı temel ilkeleri vardır. TKY'nin önemini farkında olan yönetimler, iş sürecinin yeniden yapılanması ve diğer sürekli iyileştirme tekniklerine en iyi uygulamaları kıyaslama için araştırma, çalışma, uygulama ve geliştirme sayesinde teşvik ederler. TKY ve sürekli iyileştirme programları günümüze kadar gelen literatürün 12 yorumunun ortak yönlerini şöyle tanımlar: kararlı liderlik, TKY benimsenmesi ve iletişim, müşteri ilişkilerine yakınlık, kıyaslama, yüksek eğitim, açık organizasyon, personel yetkilendirme, sıfır hata anlayışı, esnek üretim, süreç iyileştirme ve ölçüm (Demirbag vd., 2006: 830).

Japonların kalite ile ilgili çalışmaları ve katkıları ile 1979 yılında otomobil sanayinde Japonların sipariş edilen araç başına hatalı çıktı oranı ortalama 0.79 iken; bir Amerikan firması olan Ford'un hatalı çıktı oranı ortalama 3.70'di (Toraman, 2010: 3). Bu hatalı çıktı oranı gayet açık bir şekilde Japonların kalite konusunda ne kadar ilerlediklerini göstermektedir.

Kauro Ishikawa, sürekli iyileştirme amacıyla kullanılacak bazı teknikler geliştirmiştir. Bu teknikleri kullanan Japonlar, hem teknolojilerini, hem de kalite ve verimliliklerini artırarak rekabet güçlerini yükseltmişler ve bu yönde süreklilik göstererek güçlenmişlerdir. Avrupa'da kalite ile ilgili gelişmeler, İngiltere'de yaşanan endüstri devriminden sonra ABD'de ve Japonya'da meydana gelen gelişmelere paralel

bir gelişim göstermiştir. Toplam Kalite kavramının ileri metot ve sistem çalışmaları ile bütünleşmesi ve şirketlerin yönetim felsefelerinden organizasyonlarına kadar yayılması sayesinde güçlü bir rekabetçilik yapısı ortaya çıkmaktadır. Bu gelişmelerle birlikte 1980’li yıllarda, Avrupa’da bu yeni yapılanmaya doğru ciddi adımlar atılmaya başlamıştır. Estetik ve tasarım açısından oldukça üstün olan Avrupalı üreticiler, bu kavramları kalite ile birleştirerek, büyük bir rekabet gücü oluşturmayı hedeflemişlerdir. Toplam Kalite konusunda Avrupa’daki gelişmelerde öncülüğü Amerikalı Claus Möller tarafından yapılmıştır. Avrupa ülkelerinin Japonya’da olduğu gibi insanlara değer vermesi sonucu toplam kalite yönetiminde önemli bir yer edinmiştir (Baydemir, 2006: 26).

1987’li yıllarda gerek ABD’de, gerekse Avrupa’da kalitenin yeniden yapılanma konusunda ciddi ilerlemeler kaydedilmiştir. 1987 yılında ise Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) “ISO 9000 Kalite Sistem Standartlar” serisini yayımlamıştır. Toplam kaliteye giden yoldaki önemli basamaklardan birisi olan ISO 9000 serisi ile uluslararası alanda kalite yönetim sistemleri kurma ve belgelendirme çalışmalarını yaygınlaştırmıştır. Öte yandan, stratejik yönetim kavramı 1980’li yıllarda ve özellikle 1990’lı yıllarda özel şirketlerin yönetim kademesinde önemli bir araştırma ve gündem maddesi olmuştur. Harvard Üniversitesi profesörlerinden Michael E. Porter’in rekabet stratejisi alanındaki çalışmaları ile Stratejik Yönetim, yeni yönetim felsefesinin yeni bir boyut kazandırmıştır. 1980’li yıllardaki diğer önemli gelişmelerden birisi de “En İyi Uygulamaların Adaptasyonu” (Benchmarking) adı verilen bir yönetim tekniğinin organizasyonlarda uygulanması konusunda yapılan çalışmalar olmuştur. ABD’de Xerox şirketinde yapılan bu çalışmalar diğer şirketler için de örnek teşkil etmiştir (Altıntaş, 2006: 7-8).

Bilimsel anlamda TKY’nin ortaya çıkış yeri Amerika olmasına rağmen, TKY Japonya’da geliştirilmiştir. TKY’nin başlıca temel ilkeleri aşağıdaki ana başlıklar altında kısaca özetlenebilir (Toraman, 2010: 5):

- TKY, insan odaklı bir yaklaşımdır,
- TKY, gerek müşteri, gerekse de iş görenlerin beklenti ve gereksinimlerine odaklanılmasını temel görüş olarak ele alan bir yaklaşımdır,
- TKY, kalitenin sürekli iyileştirilmesine odaklanan bir yaklaşımdır,

- TKY, “hataları ayıklamak” yerine “ilk seferinde, her seferinde hatasız işler yapmayı” temel öngörü olarak ortaya koyar. Sonuçlar yerine süreçlere odaklanma; süreçleri sürekli iyileştirerek, sonuçları da iyileştirmeyi temel yaklaşım olarak ele alır,
- TKY, verilerle düşünme (istatistik) odaklı bir yaklaşımdır,
- Süreçlerin iyileştirilebilmesi, ancak süreçlerin ölçülebilir hale getirilebilmesi ile olasıdır. Bu nedenle ölçümleme ve istatistiksel odaklılık (verilerle düşünme, irdeleme alışkanlığı) TKY'nin vazgeçilmez parçalarındandır. Kalitenin tüm boyutları tanımlanmalı, statiksel olarak izlenmeli ve sürekli iyileştirilmelidir.

Sila ve Ebrahimpouri TKY faktörlerini 76 tane deneysel geçerliliği olan çalışmayı ve çeşitli ülkelerdeki performans ölçümleri üzerindeki etkilerini analiz etmiş ve karşılaştırmışlardır. Bulgularına göre bu 76 çalışmanın genelinde en yaygın olan TKY unsurları; Toplam Kalite Yönetimi temel ilkeleri: Üst Yönetim Bağlılığı ve Liderliği, Müşteri Odaklılık, Bilgi ve Analiz, Eğitim, Tedarikçi Yönetimi, Stratejik Planlama, Çalışanların Katılımı, İnsan Kaynakları Yönetimi, Süreç Yönetimi, Takım Çalışması, Ürün ve Servis Dizaynı, Süreç Kontrolü, Kıyaslama, Sürekli İyileştirme, Personel Yetkilendirme, Kalite Güvence, Sosyal sorumluluk, Çalışanların Memnuniyeti (Jha, 2007: 4-5). Ayrıca TKY anlayışının gelişmesinde etkili olan gelişmeler Tablo 1'de kronolojik olarak gösterilmiştir.

Tablo 1. Kalitenin tarihsel gelişimi (Akgül, 2006: 15-17)

1700-1900	Kalite, daha çok zanaatkarların kişisel çabalarıyla belirlenmekteydi.
1875	Amerikalı makine mühendisi Frederick W.Taylor (1836-1915)işleri daha küçük ve daha kolay yapabilir parçalara ayırarak, daha karışık ürünlerin ve süreçlerin uygulanmasında ilk uygulamayı yaptı. Daha sonra yine Amerikalı olan Frank Bunker GILBRETH (1868-1924) ve Henry Laurence GANTT (1861-1919) yönetim bilimi açısından TAYLOR'a katkıda bulundular.
1900-1930	Henry FORD -montaj fabrikası- üretkenlik ve kaliteyi geliştirmek için özgün çalışma metotları uyguladı. Hatasız montaj, kontrol ve süreç muayenesi kavramlarını geliştirdi.
1901	İlk standartlar laboratuvarları Büyük Britanya'da kuruldu.
1907-1908	AT&T sistematik muayene ile ürün ve malzeme testlerine başladı.
1908	W. S. GOSSET, Guinness Biralari'nda yaptığı çalışmasında t-dağılımını tanıttı.
1915-1919	İngiliz hükümeti "Tedarikçi sertifikası programı"na başladı.
1919	İngiltere'de teknik muayene kurumu kuruldu. Bu kurum daha sonra İngiliz Kalite Güvence Enstitüsü oldu.
1920	AT&T Bell Telefon Laboratuvarları, muayene ve testleri yapmak, ürün güvenilirliğini ve kaliteyi sağlamak için kalite departmanlarını kurdu.
	B.P.DUDLING İngiltere'de General Elektrik firmasında, elektrik ampullerinin kalite kontrolü için ilk kez istatistiksel metotları kullandı.
1922-1923	R.A.FISHER deneysel tasarım ve tarım bilimi uygulamaları üzerine bir seri temel yazılar yayınladı.
1924	Aslen fizikçi olan Walter A. SHEWHART, Bell Telefon Laboratuvarlarında ilk kez kontrol diyagramlarını kullanmaya başladı.

1928	Kabul edilir örnekleme metodolojisi, H. F. DODGE ve H. C. RONNING tarafından Bell Telefon Laboratuvarlarında geliştirildi ve hassaslaştırıldı.
1931	Walter A. SHEWHART "imalat ürünlerinin kalitesinin ekonomik kontrolü" üzerine üretim ve kontrol diyagramlarıyla istatistiksel metotlarının kullanımının esaslarını yayınladı.
1932	Walter A. SHEWHART Londra Üniversitesinde ilk kez üretim ve kontrol diyagramlarında istatistiksel metotlar eğitimini verdi.
1932-1933	İngiliz tekstil ve ağaç endüstrisi ve Alman kimya endüstrisi ürün süreç geliştirme için deneysel tasarımı kullanmaya başladı.
1933	İngiltere de kraliyet istatistik kurumu "Endüstriyel ve Zirai Araştırma bölümünü kurdu.
1935	İngiliz standartları 600 kullanıma girdi.
1940-1943	Bell Telefon Laboratuvarları Amerika ordusu için askeri standart örnekleme planı geliştirdi.
1942	Büyük Britanya'da istatistiksel metotlar ve kalite kontrol üzerine tedarik ve danışmanlık bakanlığı kuruldu.
1942-1946	Endüstride kalite kontrol eğitim kursları verildi ve Kuzey Amerika da bu konuda çalışan on beşten fazla kurum kuruldu.
1944	Endüstriyel kalite kontrol yayınlanmaya başlandı.
1945	Japon Standartları Birliği kuruldu.
1946	Farklı kalite kurumlarının birleşmesiyle "Amerikan Kalite Kontrol Kurumu" kuruldu.
1946	"Japon Bilim Adamları ve Mühendisleri Birliği (JUSE)" kuruldu.
1947	W.Edwards DEMING, Japon endüstrisinde istatistiksel kalite kontrol seminerleri verilmek üzere davet edildi.
1948	Prof. Genichi TAGUCHI Japonya'da İlk deneysel tasarım çalışmalarına başladı.
1949	Japonya'da Endüstriyel Standardizasyon Kanunu yürürlüğe girdi.
1950	W.Edwards DEMING JUSE tarafından tekrar davet edildi ve Japonların endüstriyel yöneticilerini eğitmeye başladı. Böylece Japon sanayisinde istatistiksel kalite kontrol metotları yaygınlaşmaya başladı.
1950	Prof. Kaoru ISHIKAWA neden ve sonuç diyagramlarını tanıttı.
1950'ler	Eugene GRANT ve A.J.DUNCAN tarafından istatistiksel kalite kontrolde klasik testler ortaya konuldu.
1951	JUSE tarafından ilk Deming Ödülü Osaka'da verildi.
1951+	G.E.P BOX ve K.B.WILSON süreç optimizasyonu için deneysel tasarımın kullanımı hakkında temel bir çalışma yayınladı. Bundan sonra kimya endüstrisindeki uygulamalar düzenli olarak gelişti.
1954	Dr.Joseph M. JURAN bazı kalite geliştirme ve yönetimi eğitimleri vermek için JUSE tarafından Japonya'ya davet edildi.
1957	Dr.Joseph M. JURAN ve Frank M.GRYNA'nın Kalite Kontrol El Kitabı ilk defa yayınlandı.
1957	Amerikalı Dr. Armond Valin FEIGENBAUM Toplam Kalite Kontrolle ilgili ilk makalesini yayınladı.
1959	J.Stuart HUNTER editörlüğünde Technometrics (Fizik, kimya ve mühendislik bilimleri için İstatistik dergisi) kuruldu.
1959	S. Robert USTEL, ağırlıklandırılmış hareketli ortalama kontrol diyagramlarını tanıttı.
1960	Prof. Genichi TAGUCHI, "Kalite Kayıp Fonksiyonu" çalışması ile Deming Ödülü'nü aldı.
1961	Dr. Armond Valin FEIGENBAUM "Toplam Kalite Kontrol" adlı kitabının ilk baskısını yayınladı.
1961	"Kalite ve Verimlilik Uluslararası Konseyi" Büyük Britanya'da İngiliz verimlilik konseyinin bir bölümü olarak kuruldu.
1962	Prof. Kaoru ISHIKAWA tarafından 1950'li yıllardan beri yürütülen çalışmalar, "Kalite Kontrol Çemberleri" kavramı ile tanıtıldı.
1965	Japonya'da kayıtlı kalite çemberi sayısı 3700'e ulaştı.
1960'lar	İstatistiksel kalite kontrol kursları "Endüstri Mühendisliği" akademik
	Philip B. CROSBY tarafından geliştirilen "Sıfır Hata Programları" belirli Amerikan sanayi kollarında tanıtılmaya başlandı.
1970'ler	Büyük Britanya'da NCQP ve "Kalite Güvence Enstitüsü" birleşerek "İngiliz Kalite

	Kurumu" nu meydana getirdiler.
	Deneyisel tasarım üzerine yazılan kitaplar, mühendisler ve bilim adamlarının kullanımı doğrultusunda oryente edilmeye başlandı.
	Kuzey Amerika'da "Kalite Çemberleri" ile ilgilenilmeye başlandı.
1980'ler	Endüstriyel dizayn metodu tanıtıldı ve büyük organizasyonlar tarafından adapte edildi.
	Kalite Mühendisliği'nin gelişmesinde Öncü kabul edilen Prof. Genichi TAGUCHI'nin deneysel tasarım çalışmaları Amerika'da görülmeye başlandı.
1984	Amerikan İstatistik Kurumu (ASA) kalite ve verimlilik üzerine Ad Hoc komitesini kurdu.
1986	BOX ve arkadaşları Japonya'yı ziyaret ettiler. Deneysel tasarım ve diğer istatistiksel metodların kullanım alanının çok geniş olduğunu gördüler.
1986	Masaaki IMAI,"KAIZEN- Japonya'nın Rekabetçi Başarısının Anahtarı" kitabını yayınladı. Kaizen değişim yönteminde temel ilkelerden biri olarak kabul edildi.
1988	Malcom Baldrige Uluslararası Ödülleri Amerikan Kongresi tarafından kuruldu.
1989	"Avrupa Kalite Ödülü", "Avrupa Kalite Yönetimi Vakfı" tarafından kuruldu.
1991	Amerikan Motorola şirketi sürekli gelişme için "Altı Sigma" yaklaşımını kullanmaya başladı.
1990'lar	Dünyada ISO9000 sertifikaları büyük ilgi gördü.
2000'ler	Kalite ödüllerine olan ilgi ve itibar artmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde de Toplam Kalite Kontrol çalışmaları yaygınlaşmaya başlamıştır.

1.4.4.1. Toplam kalite yönetimi yararları

TKY, mevcut yönetim yaklaşımları içinde en rasyonel, en bilimsel, en modern, en insancıl, en demokratik, insan haklarına en saygılı yönetim anlayışı olarak kurum ve kuruluşları başarıya götürmektedir (Ekici, 2009: 53). Üretim veya hizmet işletmelerinde Toplam Kalite Yönetiminin faydaları (Kumar vd., 2011: 46):

- Geliştirilmiş rekabetçi pozisyon,
- Artan karlılık,
- Daha az hurda ve düşük fire,
- Başarılı yeni ürün lansmanı,
- Artan verimlilik,
- Artan kalite,
- Çalışanların yetkilendirilmesi,
- Çalışanların güvende hissetmesi,
- Olumlu tutum kazandırma,
- Artan takım çalışması,
- Çalışma alanı temizliği ve doğru kullanımı,
- Memnun iç ve dış müşteriler,
- Gelir iyileştirme,
- Operasyonel gelişme,
- Sürekli iyileştirme,

- Eğitimli iş gücü,
- Azaltılmış teslimat süresi,
- Öz ve karşılıklı gelişme,
- Kirliliği azaltma,
- Çember liderlerin yönetsel yeteneklerin geliştirilmesi.

Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarında bazı kavram kargaşaları yaşanabilmektedir ve bu kargaşalar netleştirilmediklerinde uygulamalar başarısızlığına neden olabilmektedir. Bu kavram kargaşaları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Özer, 2013: 33-34);

- TKY, bir akım, moda, belgelendirme veya bir ödül değildir. Ülkemizde daha eski bir geçmişe sahip olan ISO Kalite Güvence Sisteminin, TKY ile ciddi anlamda karıştırıldığı bir gerçektir. TKY, ISO değildir. ISO, TKY'nin minimum gereklerindedir ve sadece ISO ile TKY olmaz.
- TKY yalnızca iş dünyasında veya sanayi şirketlerinde kullanılmaz. TKY'nin üretim sektöründe başladığı ve yayıldığı bir gerçektir; ancak kısa bir süre içinde hizmet sektöründe de başarılı uygulamalar gerçekleşmiştir ve süregelmektedir. TKY, bir yönetimin söz konusu olduğu her yerde kullanılabilir.
- TKY bir çeşit sistem dokümantasyonu değildir. TKY'nin varlığı ve gelişimi için bu elbette gereklidir; ancak tamamını oluşturmaz.
- TKY, reengineeringde (değişim mühendisliği) olduğu gibi radikal değişiklikler önermez. Kaizen adı verilen aşamalı gelişimi temel alır.
- TKY'nin amaçlarından biri hatasız ürün üretmektir; ancak temel felsefe süreçleri sürekli iyileştirmedir.
- TKY, organizasyonel ve operasyonel yapıda, yukarıdan aşağıya değil, aşağıdan yukarıya işleyen bir süreçtir. Ciddi bir yetki ve sorumluluk devrini gerektirebilir.
- TKY, asla bir kişinin veya bir departmanın işi değil, tüm çalışanların sorumluluğudur.
- TKY, uygulamasına geçiş sürecinde pilot departman uygulaması yapılamaz, zira TKY bir bütündür ve toplam olarak uygulanır.
- TKY, süreçlerinden birisi de, yüksek kalite ve düşük maliyettir. Ancak maliyet düşürme çabaları için bir araç olarak kullanılmaz. Bu çalışmalar TKY'nin bir parçasıdır.

- TKY, mevcut sistemi iyileştirmekten öte gelişmeye açık ve kendini yenileyen bir alt yapı kurma çalışmasıdır.
- TKY, insan olgusu üzerine kuruludur ve insan önemlidir.
- TKY, kalite ramının çemberleri değildir, bunlar TKY'nin bir önceki aşaması olan kalite kontrolün unsurlarıdır ve çalışanların katılımı kavramının oluşmasında öncülük yapmışlardır.
- TKY, pareto analizi, balık kılçığı diyagramı gibi sorun çözme teknikleri değildir, bunlar TKY'de kullanılan unsurlardır.
- TKY, toplantı üzerine toplantı, seminer üzerine seminer demek değildir. Öğrenen organizasyon olgusu, sağlam bir altyapının oluşmasında çok önemli bir konudur; ancak ardı arkası kesilmeyen toplantı ve seminerler örgütün öğrenen sıfatını kazanmasını sağlamaz. Burada temel olan organizasyonel öğrenmenin sağlanmasıdır.
- Bu yanılgılara kapılanlar TKY felsefesinin örgütlerde yürütülmesi esnasında bazı başarısızlıklara neden olabilirler. Bu sebeple TKY felsefesi doğru bir şekilde benimsenmeli ve bu yanılgılardan kaçınılmalıdır.

1.4.4.2. Toplam kalite yönetimi ilkeleri

Toplam kalite yönetimi (TKY) ilkelerinin çoğu, ilk kalite uzmanları Deming, Juran ve Feigenbaum çalışmaları sonucu ortaya çıkmıştır. Bu uzmanlar aralarında bazı farklılıklar olmasına rağmen temelde aynı fikir ve ilkeleri benimsemişlerdir. Japonya, ABD ve diğer ülkelerdeki TKY'ye ilişkin başarılı uygulamalar ile kalite uzmanlarının ilkeleri birlikte ele alındığında, TKY'nin bir işletmede başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için gereken temel ilkeler ortaya çıkmaktadır. Bu temel ilkeler şu şekilde sıralanabilir (Gülen, 2009: 24-25);

- Müşteri Odaklılık
- Süreç Yönetimi- Sürekli Geliştirme ve İyileştirme
- Ölçüm ve İstatistik
- Önlemeye Dönük Yaklaşım
- İnsan Kaynağının Yönetimi ve Geliştirilmesi
- Ekip Çalışması
- Çalışanların Katılımı
- Yönetimin Liderliği ve Sorumluluğu

- Tedarikçilerle İş Birliği
- Toplumsal Sorumluluk

Deming Toplam Kalite Yönetimi ile ilgili olarak üst yönetimin liderliğini, müşteri/tedarikçi ortaklığı ve ürün geliştirme ve üretim sürecinde sürekli iyileştirmenin önemini vurgulamıştır. Deming'e göre, organizasyonların yönetimlerinde dönüşümü sağlayacak organizasyon dışından nesnel bir görüşe ihtiyacı vardır. Deming'in yönetim teorisini oluşturacak 14 ilke (Bäckström vd., 2011: 190);

1. Ürün ve hizmetin iyileştirilmesi için amaç sürekliliği oluşturun.
2. Yeni felsefeyi benimseyin.
3. Kitlesele denetime bağı kalmaya son verin.
4. Sadece fiyat etiketi üzerinden iş görme uygulamasına son verin.
5. Üretim ve hizmet sistemini sürekli ve kalıcı olarak geliştirin.
6. Eğitim programları oluşturun.
7. Liderlik oluşturun ve benimseyin.
8. Korkuyu uzaklaştırın.
9. Çalışanların bölümleri arasındaki engelleri yıkın.
10. İş gücü için sloganları, teşvikleri ve hedefleri ortadan kaldırın.
11. İş gücü için sayısal kotaları ve yönetim için sayısal hedefleri ortadan kaldırın.
12. Çalışanların gururunu önleyecek olan engelleri ortadan kaldırın.
13. Herkesi eğitim ve kendini geliştirme için teşvik edin.
14. Dönüşümü gerçekleştirmek için harekete geçin.

1.4.4.3. Geleneksel kalite anlayışı ve toplam kalite yönetimi

Geleneksel kalite anlayışının odak noktası üretim iken Toplam kalite yönetiminin merkezinde tüm organizasyon yapısı içindeki birimlerin kaliteye katılması ve sürekli gelişmenin sağlanması yer almaktadır. Ürüne yönelik yönetim anlayışı yerini kalitenin oluşturulması, geliştirilmesi ve yaşatılması anlayışına bırakmıştır. Geleneksel ve Toplam Kalite Yönetimi anlayışı arasındaki farklılıklar Tablo 2' de gösterildiği gibi genel itibariyle özetlenmiştir.

Tablo 2. Klasik ve Toplam Kalite Yönetimi anlayışı arasındaki farklar (Mashagba, 2014: 361)

Klasik Yönetim Anlayışı	Toplam Kalite Yönetimi
❖ Muayeneye dayalı kontrol	❖ Otomatik kontrol
❖ Bireysel eylem	❖ Takım çalışması ve takım ruhu
❖ Ürün odaklılık	❖ Ürün ve süreç odaklılık
❖ Personelin katılımı	❖ Personelin entegrasyonu
❖ İhtiyaca göre iyileştirme	❖ Sürekli iyileştirme
❖ Politika ve prosedürlerin katılımı	❖ Politika ve prosedürlerin esnekliği
❖ Veri saklama	❖ Veri analizi ve karşılaştırması
❖ Kar odaklılık	❖ Müşteri memnuniyeti odaklılık
❖ Tedarikçilerin istismar edildiği algısı	❖ Tedarikçilerin katılımı
❖ İçsel müşteri	❖ İçsel ve dışsal müşteri

Geleneksel kalite kontrol anlayışı ile Toplam kalite kontrol anlayışı arasındaki farkların temelinde insan unsurunun olduğu göze çarpmaktadır. Geleneksel kalite kontrol anlayışında insan unsuru kalite için değer ifade etmezken, Toplam kalite kontrol anlayışında insan unsuruna olması gerektiği şekilde gereken önem verilmektedir. Son yıllarda gelişen Toplam kalite yönetimi anlayışında çevre unsuru da ön plana çıkmaktadır.

TKY, daha az kademeli (yatay organizasyon), daha az kuralcı (esnek) grup çalışmalarına olanak sağlayan organizasyon yapıları sunmakta; bu organizasyonda çalışanlar, daha esnek, daha çok yetki devreden, katılımcılığı destekleyen, sürekli gelişmeyi ön plana alan bir üst yönetimin liderliğinde daha çok yetki ve sorumluluk taşımakta, yönetimde daha çok söz sahibi olmakta ve alınan kararlara katılmakta, çok yönlü eğitilmekte, işletme içerisindeki problemlere çözüm getirmekte ve rekabette önemli kriterler olan kalite, hız ve maliyetin istenen düzeye getirilmesinde önemli roller üstlenmektedirler (Ekici, 2009: 50).

1.4.5. Kalite'nin Gelişmesine Katkı Yapan Kişiler

- **Walter A. Shewart;**

Amerikalı bir istatistik uzmanı olan Walter Shewhart'ın toplam kalite anlayışına getirdiği başlıca yenilik ve en temel katkı, istatistik ölçme yöntemlerini üretim süreçlerine uyarlamasıdır (Batmaz, 2010: 27).

Shewart 1925 yılına kadar Hawtorne'da, daha sonra Bell Telefon Araştırma Laboratuvarı'nda 1956 yılında emekli olana kadar çalışmıştır. Shewart Hawtorne'dayken çalışmalarını destekleyen W. Edwards Deming ile tanışmış ve etkilemiştir. Joseph Juran da 1924 yılından 1941 yılına kadar Hawtorne'da çalışmış ve Shewart'tan etkilenmiştir. Shewart, Deming ve Juran kalite geliştirme akımının kurucuları olarak düşünülebilir (Best ve Neuhauser, 2006: 142).

İstatistiksel kalite kontrol sürecinin gelişmesinde, kalite ile ilgili tekniklerin geliştirilmesinde çok başarılı katkılarda bulunmuş, 1931 yılında “Economic Control Of Quality Of Manufactured Product” isimli kitabının yayınlanması ile bu konuda öncülük misyonu yüklenen kalite ile ilgili tekniklerin büyük ölçüde gelişmesini sağlayan kalite uzmanıdır (Şimşek, 2000: 41). Kalite iyileştirme ve problem çözme alanında Kontrol Grafikleri kavramını literatüre kazandıran kişidir (Avcı, 2006: 47).

Shewart kalitenin felsefi unsurlarını tartışan ilk kişi olmuştur. Kendisi kalitenin hem objektif hem de subjektif taraflarının bulunduğunu ortaya atmıştır. Kalitenin birçok boyutunun olduğu Shewart tarafından ortaya atılmıştır (Turgut, 1995: 28).

- ***W. Edward Deming;***

Kalite yönetimi düşüncesinin en önemli ve uluslararası liderleri arasında tanınan W. Edwards Deming (1900-1993), en etkili olanlarından biridir. Bir fizikçi ve istatistikçi olan Deming organizasyonel yönetim, liderlik ve özellikle kalite alanındaki ilerici düşünceleri sayesinde en çok bilinen kalite uzmanlarından biri olarak düşünülür. Onun teorik varsayımları sürekli kalite iyileştirme ve bunu sürdürmek için yönetimin taahhüdünü temel almıştır (Redmond vd., 2008: 432).

Deming'in kalite ve üretim yönetimi alanında bıraktığı başlıca öğretileri şu şekildedir (Büker, 2007: 13):

- ✓ Zincir reksiyonu: kalite, üretim, düşük maliyetler, pazarı yakalamak,
- ✓ Bir sistem olarak üretime geçiş,
- ✓ Yönetim dönüşümü için 14 önemli nokta,
- ✓ Yedi öldürücü hastalık,
- ✓ Planla, uygula, gör, harekete geçme: eylem çevrimi.

Deming problem çözümede sistematik bir yaklaşım olan ve yaygın olarak kullanılan Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al (PUKÖ) döngüsünü geliştirmiştir. Deming ve Shewart tarafından keşfedilmesine rağmen PUKÖ döngüsü Deming Döngüsü olarak bilinir (Smutná ve Farana, 2010: 54).

Dr. Deming'e göre iş yerinde çalışanların karar mekanizmalarına katılmalarını savunmaktadır. İşyerinde kalite problemlerindeki sorumluluğun %94'ünün yöneticilere ait olduğu ve çalışan kişilerin daha iyi iş yapabilmeleri için önlerine çıkacak engelleri kaldırmaları ve motivasyonlarını arttırarak daha güzel iş yapmalarını sağlamalıdır. Bu şekilde bir motivasyonla sıfır hatalı üretim gerçekleştirilebiliyorsa doğru ve önemli bir adım atılmış olur. İş yerinde çalışan kişilerin ellerinden geldiği kadar en iyisini yapmak istediği şeklinde basit bir açıklama yeterli değildir, çalışanların neyi yapacaklarını bilmeleri gerekir (Şimşek, 2000: 58).

Dr. W. Edwards Deming kalite alanının öncülerinden biridir. Onun geçmişteki istatistik, matematik ve fizik çalışmaları, kalite geliştirme için istatistiksel araçların uygulanması alanında bir uzman olmasını sağlamıştır. Onun iş deneyimi Amerika'nın 1950'lerde gerçekleştirdiği Hawthorne çalışmalarının yapıldığı Western Electric şirketine uzanır. Deming Amerikan nüfus sayımı bürosundayken örnekleme teknikleri geliştirmiştir. İstatistiksel kalite kontrol üzerine ders vermek için JUSE tarafından davet edilmesi ile seçkin bir onura sahip olmuştur. Deming'in katkılarının etkisiyle, JUSE bireysel kalite aktivitelerine Deming ödülü ve organizasyon olarak kalite aktivitelerine de Deming Uygulama Ödülü sunmuştur. Deming süreç kontrolüne ve süreçteki varyasyonların azaltılmasına odaklanmıştır. O üretim planlama ve üretim sürecinde kontrol açısından istatistiksel tekniklerin kullanımını savunmuştur. Yeterli istatistik eğitimi istatistiksel teknikleri kullanıma koymak için işçilere verilmelidir (Asim ve Zaki, 2012: 21).

- **Joseph M. Juran;**

New York Üniversitesi'nde öğretim üyesi, Western Electric Company'de kontrolör görevlerinin yanı sıra Juran Enstitüsü'nün kurucusu ve başkanlığı görevlerini sürdürmüştür. 1950 yılında üst yönetim için ürün kalitesinin iyileştirilmesi, kalitenin planlanması ve aksaklıkların belirlenmesinde kullanılmak üzere istatistik ve ürün

kalitesine ait hemen hemen her konudaki sürekli gelişimi inceleyen ‘Kalite Kontrol El Kitabı’ adlı eserini yazmıştır (Büker, 2007: 13-14).

Kalite hareketi hakkında başka bir öncü olan Joseph Juran, Frederick Taylor aksine kalite planlama, kalite kontrol ve kalite iyileştirme üzerinde odaklanan entegre bir kalite yaklaşımı üzerinde durmuştur. Onun görüşüne göre, üst yönetim kalitenin ve işlevsel düzeyde olmayan insanların sorumluluğunu taşımalıdır. Deming gibi, Juran kaliteyi yönetmek için Japonya'nın çabalarına katkıda bulunmuştur. Juran'ın kalite felsefesi, tedarikçilerden müşterilere kadar tüm operasyonel süreçteki problemleri belirlemek ve incelemek ve işçileri buna eğitim ile hazırlamak için yöneticileri teşvik eder. Juran eğitim türü grup problem çözme, beyin fırtınası, grup dinamiği ve ekip çalışmasını içermeyi savunur. Bu tür eğitimin amacı, neden-sonuç ilişkilerini tespit etmektir (Asim ve Zaki, 2012: 21).

Juran'ın kalite felsefesine olan katkıları şunlardır:

- ✓ Gelişim için Juran'ın üç temel adımı
 - ✓ Kalite gelişim ve iyileştirme için Juran'ın 10 adımı
 - ✓ Pareto İlkesi
 - ✓ Juran Üçlüsü
- **Armand V. Feigenbaum;**

Toplam kalite kontrol ve kalite maliyetleri ifadelerinin kullanımının öncüsüdür. General Electric’de çalışmış, daha sonra da General System Şirketini faaliyete geçirmiştir. 1951 yılında MIT’den doktora derecesini almaya hak kazanmıştır. Çalışmalarında, “... kalite standartlarının oluşturulması, bazı standartlara uygunluğun değerlendirilmesi, standartlara ulaşılmadığında düzeltici önlemlerin alınması ve standartlara da iyileştirmeler yapılması için planlama yapılması ...” ilkelerini savunmuştur (Büker, 2007: 14).

Armand V. Feigenbaum kalite tarihinde çok önemli bir rol oynamıştır. 1961 yılında Kalite Kontrol: İlkeleri, Uygulamaları ve Yönetim kitabını ve daha sonra 1961 yılında Toplam Kalite Kontrol isimli kitabını yayınlamıştır. Feigenbaum, öncelikle üretimdeki işçilere bağlı olan yeni bir aşama ile organizasyondaki herkesin kalite geliştirme sürecine katıldığı bir disiplin geliştirmiştir. Onun kitabı 1950’lerde Japonya’daki kalite yönetimi felsefesini çok fazla etkilemiştir. Kaliteyi geliştirmek için üç aşamalı bir süreç önermiştir: kalite liderliği, kalite teknolojisi ve örgütsel bağlılık.

Toplam kalite kontrol, kalite geliştirme, kalite bakım ve bir kuruluşta çeşitli grupların kalite geliştirme çabalarını birleştirerek tam müşteri memnuniyetini sağlamak için üretim ve hizmetin en ekonomik seviyede çalışmasını sağlayan etkili bir sistemdir (Chandrupatla, 2009: 6).

Armand V. Feigenbaum'un katkıları Toplam Kalite Kontrol alanında bulunmaktadır. Onun Toplam Kalite Kontrol'e olan ilgisi 1950'lerin başında MIT'de öğrenci olduğu zamanlarda başlamıştır. Feigenbaum geleneksel ve kalite kontrol programlarını kısıtlı ve sınırlı uygulamalar nedeniyle eleştirmiştir. Feigenbaum şirket çapında birbirine bağımlı pazarlama, mühendislik, nakliye, operasyon, satın alma ve mağaza operasyonlarının denetimi gibi alanlarla ilgili faaliyetleri ve önlemleri savunmaktadır. Toplam Kalite Kontrol adlı kitabında, o Toplam Kalite Kontrol'ün her yönüyle ele alınmasını ve bir şirkette Toplam Kalite Kontrol uygulamasının anlaşılmasını sağlamaktadır. Çünkü kalite işteki başarı ve başarısızlık için çok önemlidir, temel iş stratejisi olarak ele alınmalıdır (Asim ve Zaki, 2012: 21).

- ***Kaoru Ishikawa;***

Ishikawa toplam kalite yönetiminin uzmanlarından Dr. Deming ve Juran'ın öğrencisidir. Onların kalite yönetimi konusundaki düşüncelerini Japon kalite yönetimi felsefesine uyarlamıştır. Kendi yaklaşımının en belirgin özelliği, işletmenin temel hedefinin müşteri tatmini olduğunu savunmasıdır (Günaydın, 2002: 31).

Japonlar arasında, Kaoru Ishikawa kalite hareketinde bir öncü olarak kabul edilir. O kusurlu malları önlenme kalitesinin izlenmesi ve kontrolü açısından kalite uyarlamasından sorumluydu. O kalite odaklı eğitim ve öğretimin önemini vurgulamaktadır. Ishikawa göre, "daha fazla bilgi toplamak ve süreçleri ve bunların sonuçları hakkında daha iyi bir anlayış geliştirmek için sürekli bir ihtiyaç vardır." (Asim ve Zaki, 2012: 21).

Ishikawa'ya göre kalite konusunda yapılması gereken ilk görevin var olan mevcut sistemi tanımlamak, her yönüyle ortaya koymak olmalıdır. İnceleme yapılacak temel unsurlar şunlardır: (Günaydın, 2002: 31).

- 1- İşletmenin temel değerleri,
- 2- İşletmenin yönetim biçimi,
- 3- İşletmenin yapılanması,

- 4- İşletmenin misyonu, hedef ve aşamaları,
- 5- İşletmenin sahip olduğu teknoloji,
- 6- İşletmede eğitimle ilgili çalışmalar,
- 7- İşletmedeki sorunlar ve aksaklıklar,
- 8- Performans kriterleri,
- 9- Müşterilerin firmadan beklentileri,
- 10- Kaliteyle ilgili sorunlar.

Japon tarzı Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarına önemli katkıları bulunan Ishikawa, kalite geliştirme çalışmalarına tüm çalışanların katılımının sağlanmasını öngörmektedir. Kalite kontrol çemberleri (QCC) olarak bilinen ve Japon şirketlerinde çok yaygın bir şekilde uygulanan katılımcı sorun çözme guruplarının başarılarının temelinde Ishikawa'nın çalışmaları bulunmaktadır. Neden-sonuç ya da Balık Kılıcı Diyagramı olarak bilinen ve bir sorunun nedenlerini analitik bir bakış açısıyla inceleyip bularak en uygun çözüm stratejisinin geliştirilmesi amacı ile kullanılan yöntem, Ishakawa tarafından ortaya konmuştur ve bu yöntem kalite geliştirme çemberleri tarafından kullanılmaktadır (Sevimler, 2010: 25-26).

Ishikawa tarafından geliştirilen kalite çemberleri kalite faaliyetlerinin tüm çalışanlar tarafından paylaşılmasını sağladığı gibi çember çalışmalarında kullanılan; Pareto Analizi, Balık Kılıcı Diyagramı gibi problem çözme teknikleri, kalite olayının bilimsel düzeyde incelenmesini sağlamıştır. Dr. Kaoru Ishikawa, 1962 yılında Feigenbaum'un ortaya attığı Toplam Kalite Kontrol anlayışından bazı noktalarda farklılık gösteren ve Toyota fabrikalarında uygulanan bu yönetim şekline "Firma Çapında Kalite Kontrol" (FÇKK) olarak adlandırmıştır (Erturgut, 2007: 30-31).

Ishikawa'ya göre bazı temel ilkeler şunlardır (Avcı, 2006: 50);

- ✓ Önce kalite gelir, kısa dönemli kar amacı değil.
- ✓ Müşteri odaklı olmak önemlidir, üretici odaklı olmak değil.
- ✓ Bir sonraki aşama senin müşterindir, organizasyon departmanları ve bölümlerini müşteri olarak kabul et.
- ✓ Problem çözmeye istatistiksel araçları kullan.
- ✓ Toplam katılıma önem ver.
- ✓ Organizasyonu fonksiyonlara ayırarak yönet ve fonksiyonları arası iletişime önem ver.

✓ Organizasyonda radikal değişim için devrimci olun.

• **Philip B. Crosby;**

Philip Crosby, 1960'ların başında yürüttüğü çok amaçlı füzelerin kalite projeleri ve daha sonra ITT'nin kalite direktörlüğünü yürütürken geliştirdiği "sıfır hata" kavramı ile tanınır. 1979 yılında yayınladığı "Kalite Serbestliktir" kitabı bir milyondan fazla alıcı bulmuştur. Crosby, düşük kalite veya yüksek kalite kavramları yerine kullanışlı veya kullanışsız ifadelerini tercih etmektedir (Erturgut, 2007: 30).

Crosby kaliteye maliyet açısından odaklanır. Crosby'nin Uluslararası Telefon ve Telgraf Şirketi (ITT)'ndeki iş deneyimi kalite ile ilgili fikirlerini geliştirmek için imkan sağlamıştır. Onun kalite fikirleri ITT için büyük tasarruflar sağlamıştır. Crosby'ye göre performans, kalite maliyeti ile ölçülebilir. Maliyet verimliliği ve etkinliğinden kaynaklanan tasarruflar yeni makine ve teçhizat yatırımlarının artması ve ek işgücü sağlanması gibi diğer amaçlar için kullanılabilir. Onun ITT'deki programı hurda ve atık, garanti, muayene, test, yeniden işleme ve benzeri maliyetlerin muhasebeleştirilmesini savunmayı içerir (Asim ve Zaki, 2012: 21).

Philip Crosby, üretim temelli bakış açısını "standartlara uygunluk" şeklinde tanımlamaktadır. Buna göre mühendislik ürün karakteristiklerini belirler ve belirlenen bu karakteristikleri karşılama oranı yükseldikçe kalite de yükselir. Bu yaklaşımın önemi Ford'un vites kutusunu Mazda'nınki ile karşılaştırması sonucu ortaya çıkmıştır. Ford'un Vites kutularında kullandığı parçalar tolerans sınırları içerisinde olmasına rağmen problem yaratmıştır. Mazda'nın kullandığı parçalar ise çok daha az sapma göstermiş ve uzun yıllar problem yaratmadan çalışmıştır. Bu örnek, ürünün yalnızca spesifikasyonları karşılamanın yeterli olmadığını ortaya çıkarmıştır. Bu yaklaşım objektif, ölçülebilir kalite standartlarının karşılanması ve kalite maliyetlerinin azalması yönünde avantajlara sahiptir. Ancak bu yaklaşımın temel dezavantajı ise müşteri tercihlerini dikkate almamasıdır. Standartlara uygunluğun müşteri memnuniyetini de sağlayacağını savunmuştur (Özer, 2013: 24).

Crosby "İlk seferde doğru yap!" ve "Kalite ücretsizdir." deyimlerini literatüre kazandırmıştır ve 'sıfır hata' konusunu yaymıştır, kaliteyi geliştirmek için yapılan harcamaların maliyetlerinin iadeler, muayene, yeniden işleme ve atıklardan sağlanan tasarruflar geri dönüş sağlayacağını savunmuştur (Breja vd., 2008: 23-24).

Bütün uzmanlar gibi, Crosby'de, kaliteden sorumlu yönetimin, sorumlulukları konusunda iddialı ve kalite konusu kazançla da ilgili olduğundan bu konuda kaliteden sorumlu yöneticileri cesaretlendirmiştir. Yönetici kadrosunun, isterse; işçilerin sebep olduğu hataları %40 oranında azaltılabileceğini tespit etti. Geriye kalan diğer hatalarda biraz daha fazla çalışma ile ortadan kaldırılabileceğini savunmuştur. Crosby aynı zamanda birçok şirketin kalite problemlerini, kendi işçileri ile tartışarak çözüm yolu bulunabileceğini ve insanlarla konuşarak, onların düşüncelerinden faydalanılarak çözülebileceğini söylemiştir (Şimşek, 2000: 56).

Tüm bunların yanı sıra Crosby, dikkate alınması gerekli konuları ve kalite gelişim sürecini göz önüne alarak 14 ilkedен oluşan bir gelişim programı önermiştir (Batmaz, 2010: 34-35);

1. Yönetimin Kesin Kararlılığı
2. Kalite Geliştirme Grupları
3. Kalite Ölçümü
4. Kalite Maliyetlerinin Belirlenmesi
5. Kalite Bilincinin Sağlanması
6. Düzeltici Önlemlerin Alınması
7. Sıfır Hatanın Planlanması
8. Denetleyicilerin Seçimi
9. Sıfır Hata Günü
10. Hedeften Sapma
11. Hataların ve Nedenlerinin Yok Edilmesi
12. Tanıma ve Tanıtma
13. Kalite Grupları
14. Yeniden Başlama

- ***Genichi Taguchi;***

Taguchi, kalitenin tüm organizasyon içerisinde, üzerinde tartışılması gereken bir konu olduğunu vurgulamış ve özellikle ürün dizaynı konusunda kalitenin artırılmasına yönelik nicel değerlerin ve ölçümlerin kullanılmasına odaklanmıştır (Erturgut, 2007: 31-32).

Dört defa Deming ödülünü kazanan makine mühendisi Genichi Taguchi, ikincil amacı özellikler olan maliyet, hedef ve varyasyonu birleştiren bir ölçüm sunan kalite kayıp fonksiyonu kavramını tanıtmıştır ve ek olarak sistem fonksiyonlarının düzgün çalışmasını dikkate alan gürültü faktörleri anlamına gelen Kunt Tasarımı: Robust Design (Robustness) kavramını geliştirmiştir. Taguchi'ye göre kontrol edilemeyen değişken olan gürültü faktörleri işlemden veya üründe önemli değişkenliklere neden olabilir (Asim ve Zaki, 2012: 21).

Ayrıca, Genichi Taguchi İstatistiksel Deney Tasarım Tekniği'ni geliştiren kalite uzmanıdır. Bu teknik hem tasarım, hem geliştirme, hem de üretim sürecindeki kritik kalite problemlerine çözüm bulmak için tercih edilebilir. Kritik kalite sorunları "Kabul edilebilir hata oranının üzerinde, klasik mühendislik metotları ile çözümü uzun zaman alan ve pahalı olan problemlerdir." Taguchi'nin oluşturduğu kalite felsefesi aşağıdaki yöntemleri kullanır. (Günaydın, 2002: 62-63).

- 1- Proto-tipleme teknikleri
- 2- Kunt Tasarımı: Robust Dizayn
- 3- Kalite Kayıp Fonksiyonu
- 4- İstatistiksel Deney Tasarımı

- ***Masaaki Imai;***

Masaaki Imai Japon kalite anlayışının temel taşlarından kaizen felsefesinin kurucusu olarak bilinmektedir. Kaizen; sürece yönelik, küçük adımlı, insana dayanan, bilgiyi paylaşan sürekli daha iyiye ulaşma çabasıdır. Kaizen'in temel ilkesi şudur: "En iyi iyinin düşmanıdır." Sorunları saklamamak, ortaya çıkarmak Kaizen uygulamalarının ön koşuludur. Sorun çözme aşamasında, farklı uzmanlık alanlarına sahip Kaizen ekipleri görevlendirilir. Sorunlara kısa sürede çözüm bulmaktan çok, sorunu kökünden halledecek çözümü bulmak tercih edilir. Amaç; geçici, anlık önlemlerle o günü kurtarmak değil, kalıcı çözümlerle yarını kurtarmaya çalışmaktır. Aksi halde, sorun kısa bir süre sonra tekrar edecektir (Gökçen, 2006: 28).

Kaizen felsefesinin yedi prensibi şöyle sıralanabilir (Erturgut, 2007: 32-33);

- ✓ Problemi kabul edin,
- ✓ Çok para gerektirmeyen projeleri seçin,
- ✓ Diğerlerinden Önce kendi problemlerinize çözüm arayın,

- ✓ “Ekonomik çıkar”ı tek ölçü olarak almayın.
- ✓ Öncelikleri belirleyin, projeyi kalite, maliyet, dağıtım ilkelerine uygun olarak yürütün,
- ✓ PUKO çevrimini izleyin,
- ✓ Doğru çözüm araçlarını kullanın.

1.4.6. Toplam Kalite Yönetimi'nin Türkiye'deki Gelişimi

Türklerin Kalite kavramıyla tanışmaları da oldukça eskiye dayanmaktadır. Anadolu toprakları üzerinde hükümet kurduklarında, her alanda günümüzde dahi önemli sayılabilecek uygarlık örnekleri vermişlerdir. Standart teması da bunlar arasında sayılabilir. Yaklaşık beş yüzyıl önce Bursa, Edirne, Erzurum, Diyarbakır, Çankırı, Aydın, Mardin, Karahisar, Musul, Rize, Amasya, İçel, Arapkir, Karaman ve daha pek çok yerin mahalli özelliklerine ve üretim çeşitlerine göre standart kuralları getirilmiş ve ciddi olarak uygulanmıştır (Büker, 2007: 10-11).

Ülkemizde, kalite kontrolü ve istatistik konularında ilk derslerin 1958 yılında İstanbul Teknik Üniversitesinde verilmeye başlandığını ve ilk istatistiksel kalite kontrol uygulamalarının ise 1960 yılının başlarında metal sanayinde çalışan fabrikalarda gerçekleşmiştir. İstatistiksel kalite kontrol uygulamaları da işten numune alma ve kalite kontrol şemalarının uygulamalarda kullanılması yönünde olmuştur. Dünya ve Avrupa'daki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de kaliteye verilen önemin her geçen gün arttığını görmekteyiz. Daha önceleri de ifade ettiğimiz gibi kalite, rekabet gücünü attıran etkenler arasında ele alınırken, müşteri tatminine, çalışanların katılımına ve sürekli gelişim ilkelerine dayanan "Toplam Kalite" felsefesinin de yaygınlaşmasında önemli rol oynamaktadır (Batmaz, 2010: 10-11).

Türkiye'de kaliteye duyulan ilgi serbest ekonomiye geçiş ile artmıştır. Büyük sanayi kuruluşlarının yabancı kuruluşlar ile yaptıkları ortaklıkları, Türkiye'de kaliteli üretimin ortak üretim yoluyla üretilen yabancı ürünleri tanıdıkça, yerli ürünlerde de aynı özellikler taşıması istenmeye başlamıştır. Bu gelişmeler, sanayi sektörünün insan kaynakları ve eğitime daha fazla önem vermelerine ve bu alanda kısa vadeli yatırımlar yerine uzun vadeli yatırımlar yapmalarına neden olmuştur (Afacan, 2007: 12).

Toplam Kalite Yönetiminin gelişimini Kalite Kontrol Çemberlerinin uygulamaya geçilmesi ile başlatabiliriz. 1987 yılında yapılan bir çalışmada İstanbul

Sanayi Odasının (ISO) 500 büyük firmasına anketler gönderilmiş, bunlardan sadece 86 işletme bu anketlere cevaplandırmıştır. O dönemde bu işletmelerden sadece 23'ünde Kalite Kontrol Çemberleri uygulaması yapılmaktaydı. 1989 yılı Ocak ayı itibarıyla ISO'nun en büyük 150 sanayi kuruluşları arasında bulunan bu 23 işletmede 168 kalite kontrol çemberi bulunmaktaydı. Yine bu araştırmaya göre bu işletmelerin Kalite Kontrol Çemberi uygulamalarının nedenleri; çalışanlar arasındaki ekip ruhunu geliştirmek, kalitesizlik maliyetlerini azaltmak, iletişim sorunlarını çözmek, yönetici personele katılımcı bir ortam yaratmak ve yeniden yapılanma çalışmalarını tamamlamaktır. Türkiye'deki bu çalışmalar ilk zamanlarda yabancı danışmanlar öncülüğünde uygulamaya konulmuştur. Şişe Cam, Efes Pilsen ve Migros gibi işletmeler Kalite Kontrol Çemberi uygulamalarında sendikaların büyük direnişiyle karşılaşmış olmakla birlikte kalite ile ilgili çalışmalarda örnek teşkil etmiştir (Şahin, 2005: 12-13).

1991 yılında, Türkiye'de Toplam Kalite Yönetimi anlayışının yaygınlaştırılması için Kalite Derneği kurulmuştur. 1971 yılında kurulan Türk Sanayicileri ve İş adamları Derneği (TÜSİAD) ile birlikte Kalite Derneği 12 Kasım 1992'de ilk Ulusal Kalite Kongresini düzenlemişlerdir. Her yıl 1992 yılından beri ülkemizde, ulusal düzeyde kalite kongresi düzenlenmekte ve başarılı şirketler de 1993 yılından beri ulusal kalite ödülü ile ödüllendirilmektedir. Ülkemizde ilk defa TÜSİAD-Kalder Kalite Ödülü, 1990 yılında TKY uygulamalarına başlayan BRISA'ya 11 Kasım 1993'de verilmiştir. Ayrıca, Türk firmalarından BEKSA, ARÇELİK, ROBERT BOSCH Avrupa Kalite Ödülünü almışlardır (Batmaz, 2010: 11).

KALDER ve birçok danışmanlık şirketinin düzenlediği seminerlerde büyük, orta ve küçük ölçekli işletmelere kalite konusunda seminerler vermiştir. Yıllar boyunca sadece iç pazara yönelik olarak üretim gerçekleştiren ve pazar kaygıları olmadığı için kendilerini yenileme ihtiyacı duymayan Türk şirketleri, 1996 yılında Gümrük Birliği'ne geçiş konusu gündeme gelince telaşa kapılmışlardır. Çünkü bu gelişme o güne kadar yurt içinde geçerli olan rekabeti, uluslararası alana taşımıştır ve bu şirketleri uluslararası şirketler ile karşı karşıya getirmiştir. Artık, müşteri ihtiyaçlarını ön planda tutan, kendisini sürekli olarak yenileyen, verimli ve ekonomik üretimi gerçekleştiren firmalar hayatta kalabileceklerdir. Bu durumda firmaların hayatta kalabilmesi için tek çıkar yol; kalitenin bir yaşam tarzı haline getirilmesidir (Ağbuga, 2007: 10).

Yapılan tanımlardan da anlaşılacağı üzere kalite kavramının özünde “müşteri” vardır. Çünkü müşteriler, işletmelere değil gerçekte işletmelerin varlığının müşterilere bağlı olduğudur. Müşterilerin bu derece önemli olması müşteri memnuniyetinin ölçülmesini gerektirmiştir. Bu amaçla birçok ülkede müşteri memnuniyeti endeksleri analiz edilmeye başlanmıştır. Ülkemizde ise Türkiye Müşteri Memnuniyeti Endeksi (TMME) adı ile Amerikan Müşteri Memnuniyeti Endeksi (American Customer Satisfaction Index- ACSI), Uluslar arası Kalite Araştırmaları Merkezi (National Quality Research Center) ve Michigan Üniversitesi lisansı ve proje yönetim desteğine sahip, KALDER ve uluslararası araştırma kuruluşu KA Araştırma Limited işbirliği 2005 yılında bu yana değerlendirilmeye başlanmıştır (Toraman, 2010: 3).

İKİNCİ BÖLÜM

İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL VE KONTROL GRAFİKLERİ

2.1. İstatistiksel Kalite Kontrol

Üretilen malların ve sunulan hizmetlerin kalitesi eski çağlardan beri ya direkt olarak ya da dolaylı olarak takip edilmiştir. Ancak istatistiksel ilkeleri içeren nicelikleri kullanan kalite kontrol modern bir kavramdır. (Mitra, 2008: 4).

Modern kalite kontrolün başlangıcı, 1920'lerden itibaren istatistiksel metotların sanayide kullanımı ile ortaya çıkmıştır. Bu yıllarda ilk olarak Shewart, Dodge, Roming, Pearson gibi bilim adamları istatistiksel metotları, sanayide karşılaşılan kalite sorunlarının çözümünde kullanarak istatistiksel süreç kontrolünün temelini atmışlardır (Ertuğrul, 2006: 180).

İstatistiksel Kalite Kontrol (İKK) bir felsefe, bir strateji ve sistemlerin, süreçlerin ve çıktıların sürekli iyileştirilmesi için bir yöntemler bütünüdür. İKK yaklaşımı veriler aracılığıyla öğrenmeye ve varyasyon teorisi (ortak ve özel nedenleri anlamaya) temel almaya dayanmaktadır. İKK stratejisi analitik çalışma, süreç iyileştirme, önleme, tabakalaşma, istikrar, kapasite, tahmin, ölçüm, veri toplama ve planlanmış deneyim kavramlarını içerir. Shewart kontrol grafikleri (kontrol grafiği) gibi grafiksel metotlar, çalışma çizelgeleri, frekans analizleri, histogramlar, pareto analizi, ilişki diyagramı ve akış diyagramı gibi teknikler istatistiksel kalite kontrolde kullanılır (Thor vd., 2007: 388).

Gittikçe artan tüketici ihtiyaçları ve buna paralel olarak genişleyen üretim hacmi, muayeneye dayalı bir denetim sisteminin uygulanmasını zaman zaman olanaksız veya yüksek maliyetli kılmaya başlayınca istatistik temelli yeni arayış ve çözümler gündeme gelmeye başladı. Bu alandaki ilk gelişme, W. A. Shewart'ın uyguladığı kontrol grafikleri ile Dodge ve Roming'in geliştirdiği örnekleme muayene sistemleri olmuştur. Basit olarak değerlendirilen fakat son derece önemli bu araç ve sistemler istatistiksel örnekleme temeline dayanıyordu. Bu araçların yaygın olarak kullanılmaya başlaması ile istatistiksel süreç denetimi kontrolü adı altında hatalı üretimi minimum dereceye indirmeyi hedefleyen yöntemler ile örneklem muayene sistemleri günümüze kadar başarıyla uygulanmaya gelmiştir (Ertuğrul, 2006: 177- 178).

İstatistiksel kalite kontrol üretim sistemindeki süreçleri izlemek, kontrol etmek, değerlendirmek, analiz etmek ve geliştirmek için istatistiksel metotların kullanımı anlamına gelir (Vries ve Conlin, 2005: 318).

2.2. İstatistiksel Kalite Kontrol Önemi ve Amacı

İstatistiksel kalite kontrol üretim sürecindeki değişkenlerin en uygun kalite seviyesini belirlemesi, sistemin değerlendirilmesini ve sürecin izlenmesi için istatistiksel metotların uygulanması anlamına gelir. İstatistiksel kalite kontrol yaygın olarak kullanılacak birçok problem çözme yöntemi anlamına da gelir. Bu yöntemlerin bazıları sürecin kontrolü veya izlenmesi ve karmaşık istatistiksel teorilerin kullanımı ile ilişkili değildir. Birçok alanda İKK bütün istatistik ve optimizasyon yöntemlerinin kalite geliştirme projelerinde ve diğer iş fonksiyonlarında kullanımı ile ilişkili hale gelmiştir (Allen, 2006: 29).

İstatistiksel Kalite Kontrol (İKK)'ün dünyada 70 yıldan fazla kullanımı olmuştur ve birçok mal ve hizmetlerin kalitesini artırmak için büyük ölçüde katkıda bulunmuştur. Yaygın kullanımına rağmen, İKK genellikle problemlerin çözümünde uygun olmayan tekniklerin seçiminde veya seçilen tekniklerin kullanımının temel varsayımlarını görmezden gelerek yanlış kullanılmıştır. Temel sorun kalitenin değerlendirilmesidir çünkü kalite organizasyonların sürdürülebilirliği ve büyümesi için hayati derecede önemlidir. Bu nedenle kalitenin sağlanması için sistematik olarak süreç değişkenliği üzerine yoğunlaşılması gerekmektedir. Bunu yapmanın tek yolu da istatistiksel yöntemlerin kullanılmasıdır (Reis vd., 2006: 448).

İstatistiksel kalite kontrol statik değil dinamik bir kavramdır. Yani bir defa kurulduktan sonra sürekli ve adım adım gelişen ve genişleyen, mükemmeli arayan bir olgudur. Örneğin bir şirkette kontrol kartlarına dayanan bir kalite kalite kontrol sistemi kurulduktan sonra, bununla yetinmeyip adım adım diğer kalite kontrol araçlarının uygulanmasına ve yerleştirilmesine çalışılmalıdır. Bunun en önemli nedeni müşterilerin gelişen isteklerine cevap vermek ve piyasada rekabet gücüne sahip olmaktır (Akkurt, 2002: 222).

İstatistiksel kalite kontrol özel bir süreç yerine bütün bir örgütsel yaklaşımı tanımlamak için kullanılır. İKK bir süreci sürekli olarak izlemek ve potansiyel

problemleri erkenden tespit etmek ve kalite iyileştirme müdahalelerinin etkisini değerlendirmek için bir araç olarak kullanılabilir (Nicolay vd., 2012: 328).

İstatistiksel kalite kontrolünün temel hedefleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir; (Yılmaz, 2012: 5).

- Sürecin olağan biçimde devam edip etmediğinin istatistiksel yöntemlerle kontrol edilmesi; olağan dışı bir durum varsa bunun fark edilmesi ve sebeplerinin belirlenerek giderilmesi
- Kalite karakteristiklerindeki değişkenliğin sistematik olarak azaltılması.

Kalite kontrol alanında istatistik araçlarının uygulanması üç seviyede yapılabilir.

Bunlar;

1. İlk seviye bu çalışmada da incelenen ve yedi araç olarak bilinen:

- Kontrol Kartları
- Histogram
- Pareto Analizi
- Neden-Sonuç Diyagramı
- Serpilme Diyagramı
- Süreç Akış Şeması
- Kontrol grafikleri

Kalite kontrolün vazgeçilmez sayılan bu araçları bir şirketin en yüksek yöneticisinde, tezgâh başında çalışan operatöre kadar süreç içerisinde herkes tarafından kullanılmalıdır. Örneğin: tasarım, planlama, satış, satın-alma gibi bölümlerde de kullanılmalıdır.

2. İkinci seviye şu araçları içermektedir.

- Numune Teorisi
- Tahmin Teorisi
- Varyans Analizi
- Hipotez Testleri
- Regresyon Analizi
- Deney Tasarım Metodları

Bu seviye mühendis ve uzmanların uygulama alanına girer.

3. Üçüncü seviye araçları şöyledir:

- İleri Deney Tasarım Metodları
- Çoklu Varyans Analizi
- Çeşitli Yöneylem Araştırma Yöntemleri

Bu seviye kalite alanında yetiştirilmiş uzmanlara yöneliktir (Akkurt, 2002: 262-263).

İstatistiksel kalite kontrol ve kalite geliştirme çalışmalarını başlatmayı planlayan kuruluşlar için İstatistiksel Kalite Kontrol eğitiminde dikkat edilmesi gereken önemli noktalar aşağıdadır (Akın, 1996: 3):

- Kalite herkesin işi olduğundan, herkesin katılması gerekmektedir.
- Standartların açık ve anlaşılır olması ve uygulamanın sıkı bir biçimde kontrol edilmesi gerekmektedir.
- Sürekli gelişim sağlanmalı ve yenilenme asla son bulmamalıdır.
- Elde edilen bilgilerin doğru olması, ölçmelerin hassas yapılması, sürecin hatasız çalışması ve sonuçların gerçeği yansıtması gerekmektedir.

Kalite kontrole istatistik ilkelerinin uygulanması sayesinde, hem kalite kontrol işlemleri bilimsel temellere dayandırılmış, hem de verilerin analizine ve yorumlanmasına dayanarak ürün ve hizmetlerin kendisini değil, onu gerçekleştiren süreci kontrol eden ve bunun sürekli iyileştirmesini ve gelişmesini sağlayan bir yöntem meydana gelmiştir (Akkurt, 2002: 13-14).

2.2.1. Temel İstatistiksel Kavramlar

2.2.1.1. Anakütle ve örneklem

Bir istatistikî araştırmada, araştırmaya konu olan bütün birimleri kapsayan kavrama anakütle denir. Üzerinde araştırma yapılan anakütle bazen hesaplanamayacak kadar birim ihtiva edebilir. Bu durumda bütün birimlerin sayımı mümkün veya gerekli olmayabilir. Mümkün olsa bile zaman ve maliyet gibi bazı kısıtlayıcılar tam sayımı imkânsız hale getirebilir. Bu gibi durumlarda anakütleden tesadüfî yöntemlerle birimler çekilerek örnekleme yöntemi kullanılır. Bu şekilde oluşturan bir örneğe şans örneği denir. Bu örnekten elde edilen sonuçların bütün anakütleyi temsil ettiği varsayılır (Başar ve Oktay, 1999: 1).

2.2.1.2. Değişkenlik

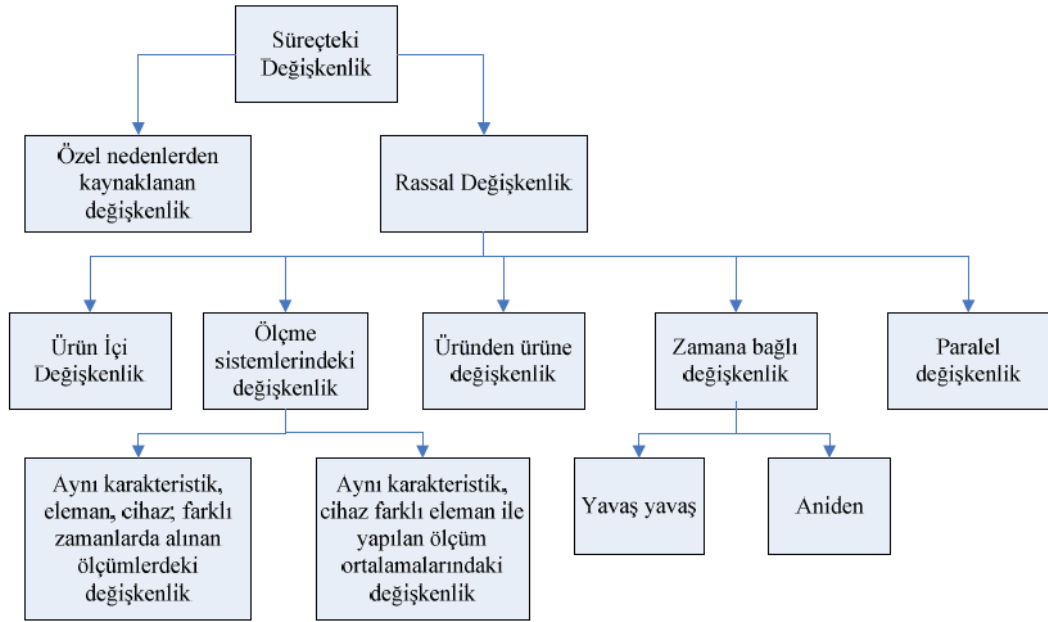
Ürünün kalite özelliklerinde değişkenlikler olması doğaldır. Bu değişkenliklerin incelenmesi ve kontrol altına alınması, kalite kontrolün temel amacıdır. Bu nedenle kalite kontrol personelinin yeterli düzeyde olasılık bilgisine sahip olması gerekir. Bir sürecin ürünleri arasındaki küçük farklılıklar değişkenlik veya varyasyon kavramı ile tanımlanır. Başka bir ifade ile üretilen ürünler veya parçalar arasında değişkenlik olması kaçınılmazdır (Ertuğrul, 2006: 164-168).

İki türlü değişkenlik vardır. Birinci tür değişkenlik herhangi bir süreçte doğal nedenlerle var olan ve önlemeyen değişkenlikler, ortak (şans) nedenleri ile ilgilidir. Nem dalgalanmaları, sıcaklık değişiklikleri, elektrik dalgalanmaları, ekipman performans bozulması ve ham madde değişkenlikleri ortak nedenlere örnek gösterilebilir. Doğal değişkenlik kaçınılmaz şans nedenlerinin varyasyonunun kümülatif etkisidir. Diğer tür değişkenlik sürecin doğal bir özelliği olmayan özel (kaçınılabılır) nedenlerle ilgilidir ve bundan dolayı tespit edilebilir ve ortadan kaldırılabilir. Makinelerin sıfırlanması, takım aşınması, ölçümlerde hatalar, hesaplamalarda hatalar ve operatör hatası özel nedenlere örnek gösterilebilir. Bir süreçte özel nedenlerden kaynaklanan değişkenlik yoksa sürecin kontrol altında olduğu söylenebilir. Özel nedenlerin değişkenliği sürecin kontrol dışı olduğunu gösterir (Smeti vd., 2007: 274).

Tablo 3. Üretim süreci değişim nedenleri (Özkaya, 2013: 61)

Değişimin Özel Nedenleri	Değişimin Genel Nedenleri
Genellikle belirli olaylara bağlıdır.	Sistem veya sürecin normal davranışının bir parçasıdır.
Önceden tahmin edilemez.	Sürecin doğası gereğidir.
Sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olmadığı görülür.	Eğer sadece genel sebep değişimi varsa süreç kararlı olarak algılanır.
Değişimdeki özel sebeplerin ortadan kaldırılması, problem çözme stratejilerinin kullanılmasını zorunlu kılar.	Genel sebep değişiminin azaltılması, süreç geliştirme stratejilerinin kullanılmasını zorunlu kılar.

Her ürünün kalitesinin ölçümünde kullanılan belirli özellikler vardır. İlgili kalite karakteristiğindeki değişkenliğin azaltılması, ürünün kalitesinin geliştiğine dair bir işarettir. Değişkenliğin azaltılması, değişkenliğe yol açan nedenlerin doğru tespit edilmesi ve engelleyici önlemlerin zamanında alınmasına bağlıdır (Çimen, 2008: 4).



Şekil 2. Süreçteki değişkenlik nedenleri sınıflandırması (Yılmaz, 2012: 3)

Süreçteki değişkenlik nedenlerinin tam ve doğru şekilde anlaşılması yapılacak düzenlemelerinin etkili olabilmesi açısından son derece önemlidir.

2.2.1.3. Kalite kontrolünde frekans dağılımı

Ölçümleme, herhangi bir süreç, ürün veya parti içindeki değişkenliği ortaya çıkarır. Bu değişkenlik, genelde belirli bir model şeklinde olur. Buna sıklık veya frekans dağılımı adı verilir. Ancak bu modeli tespit etmek için birçok veri toplanmalı ve bu veriler bir düzene sokulmalıdır (Ertuğrul, 2006: 165).

Bir araştırmaya konu olan bütün verileri veya anakütleden seçilmiş örnekleme verileri büyüklük ölçütüne göre alt alta veya yan yana sıraladığımızda basit seri elde etmiş oluruz. Bu seriyi özetlemek ve daha anlaşılır olmasını istediğimizde sınıflandırma veya gruplandırma yoluna gidilir. Sınıflandırmadaki veriler için her bir X değerinin karşısına o değer frekansı, yani tekrarlanma sayısı yazılır. Örneğin 150 birimlik bir seride 5 tane farklı birim varsa bu 150 birim 5 sınıf şeklinde özetlenmiş olur. Farklı birimlerin çok sayıda olması halinde sınıflandırma işlemi verilerin özetlenmesine kafi gelmez ve bu gibi hallerde gruplandırma yoluna gidilir (Başar ve Oktay, 1999: 3).

2.2.1.4. Ortalama sapma, varyans ve standart sapma

Herhangi bir serideki değerlerin aritmetik ortalamadan farklarının toplamı sıfırdır. Elde edilen farklardan bir kısmı negatif ve bir kısmı pozitif değer taşır ve toplamı sifıra eşit olur. Bu farkların mutlak değerlerinin toplamı, serideki değerlerin sayısına bölüldüğünde ortalama sapma elde edilir. Basit serilerde ortalama sapma aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplanır: (Başar ve Oktay, 1999: 58).

$$\text{Ortalama Sapma} = \frac{\sum |x - \bar{x}|}{n} \quad (1)$$

Serideki değerlerin aritmetik ortalamadan sapmalarının kareleri toplamının gözlem sayısının 1 eksiğine bölünüp hesaplanan ortalamanın karekökü alınırsa bulunan değer standart sapmadır. Matematiksel gösterimle örneklem standart sapması,

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

formülü ile hesaplanır (Akbul, 2010: 27-28). Örneklem varyansı da aşağıdaki formülde gösterildiği gibi standart sapmanın karesi alınarak hesaplanır.

$$s^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1} \quad (3)$$

2.2.1.5. Ortalamaların dağılımı

Fonksiyonları belirlemiş dağılıma sahip anakütleler için en fazla bilinen ve örneklerine en fazla rastlanan dağılımlar binom, poisson ve normal dağılımlardır. Bu nedenle bunlara, klasik dağılımlar da denildiği olur. Bunları dağılım fonksiyonları olarak değerlendirmek şartıyla herhangi bir olayın veya istenilen sonucun olma olasılığı hesaplanabilir (Ertuğrul, 2006: 168).

Kalite özelliklerini ölçmek için kullanılan diğer bir tanımlayıcı da istatistiki gözlenen verilerin dağılım şeklidir. Bir dağılım simetrik olduğunda ortalamanın altında ve üstünde eşit değişim miktarına sahip gözlem değerleri vardır. Bu mevcut verilerin normal varyasyona sahip olduğu durumda bulunabilir. Gözlemler ortalamanın altında veya üstünde orantısız bir sayıda olduğu zaman, verilerin çarpık dağılıma sahip olduğu söylenir (Russo vd., 2012: 34).

2.2.1.6. Kabul örnekleme

Dodge ve Roming tarafından yaygınlaştırılan kabul örnekleme, istatistiksel kalite kontrol alanında önemli bir konu haline gelmiştir. ABD ordusu II. Dünya Savaşı boyunca mermilerin test edilmesinde bu örnekleme tekniğini uygulamıştır (Deros vd., 2008: 623).

Kabul örnekleme bir yığın hakkında karar vermek için kullanılan bir prosedürdür. Örnekleme planı örnekleme büyüklüğü ve karar verme kuralından oluşur. Örneklem büyüklüğü örneklemedeki öğelerin sayısı veya yapılacak ölçümlerin sayısıdır. Karar verme kuralı kabul eşiği ve örneğin kabul veya reddedilmesinin nasıl kullanılacağına tanımlanmasını içerir. Kabul örnekleme planları, alıcı ve satıcı arasındaki ürün siparişlerinde kalite taahhüdünü kapsayan kalite kontrol uygulamaları için pratik bir araçtır (Nezhad ve Nasab, 2011: 143).

Örnekleme planı beş kategoriye ayrılabilir; (Deros vd., 2008: 623).

- Tekli örnekleme planı,
- Çift örnekleme planı,
- Çoklu örnekleme planı,
- Ardışık örnekleme planı,
- Kademeli örnekleme planı.

Örnekleme ile yapılan muayeneler, örnekleme hataları gibi bazı istenmeyen durumlar hariç, %100 muayeneye kıyasla daha avantajlıdır. Olabilecek örnekleme hataları şunlardır:

1 – Aslında kontrol altında olan bir sürecin, yapılan incelemeler sonucu kontrol dışı olarak nitelendirilmesi birinci tip hatadır (α tipi hata).

2 – Aslında kontrol dışı olan bir sürecin, yapılan incelemeler sonucu kontrol altında olarak nitelendirilmesi ikinci tip hatadır (β tipi hata) (Yılmaz, 2009: 20).

2.3. İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri

İstatistiksel süreç kontrolü ve diğer yardımcı araçların kullanımında odaklanma müşteri ihtiyaçlarını karşılamada olmalıdır. İstatistiksel kontrol çizelgelerindeki sınırlar spesifikasyon sınırlarından farklıdır. Bazı durumlarda, süreç istatistiksel olarak kontrol altında olmadığı halde ürün spesifikasyonları kolayca karşılandığı için bir önlem

alınmaya gerek duyulmayabilir. Diğer durumlarda süreç istatistiksel kontrolde fakat ürün spesifikasyonları ise karşılanmamış olabilir (Öztürk, 2013: 364).

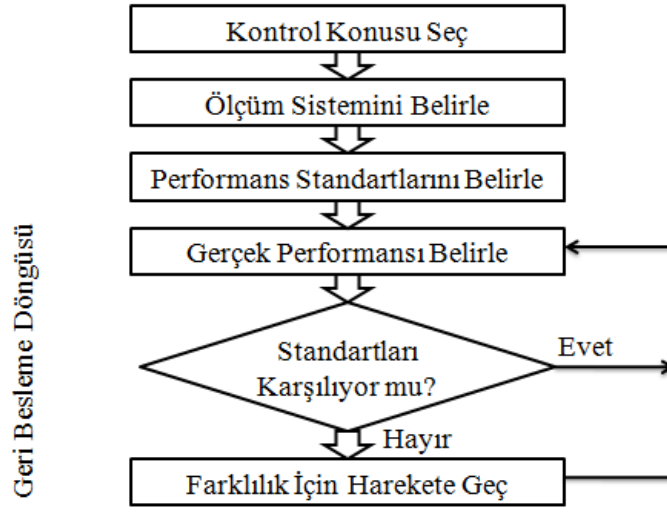
Günümüzde kalite ile ilgili yüzden farklı araç vardır. Çoğu bilim adamı çeşitli alanlara göre aralarında tanımlamaya ve farklılaştırmaya çalışmıştır. Araçlar genelde bir değişikliği gerçekleştirmek anlamına gelir ve bu çalışmada yedi temel kalite aracı olarak bilinen kalite araçlarından bahsedilecektir. Öğrenmesi ve kullanması kolay olan bu araçlar mevcut problemlere çözüm üretmek için kullanılır. Diğerlerinden farklı bu temel yedi kalite aracı (Soković vd., 2009: 1);

- Süreç akış şeması
- Pareto diyagramı
- Çetele diyagramı
- Kontrol grafiği
- Histogram
- Serpilme diyagramı
- Neden - sonuç diyagramı.

Yedi kalite aracı farklı amaçlarla kullanılabilir. Problemi belirlemek amacıyla kullanılan kalite araçları; Süreç akış şeması, neden - sonuç diyagramı, çetele diyagramı, pareto analizi, histogram ve kontrol grafikleri. Problemi analiz etmek amacıyla kullanılan kalite araçları: neden - sonuç diyagramı, çetele diyagramı, pareto analizi, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri. Analiz edilen problemlere çözüm geliştirmek için süreç akış şeması ve serpilme diyagramı faydalı sonuçlar verebilir. Kalite araçlarının uygulamasının sonuçları değerlendirilirken çetele diyagramı, pareto analizi, histogram, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri kullanılabilir (Paliska vd., 2007: 80-81).

Eğer ürün spesifikasyonları karşılamaz ise ortalama değer değiştirilir, değişkenlik azaltılır, spesifikasyonlar değiştirilir, ürün araştırılır. Eğer ürün spesifikasyonları karşıyor ve süreç kontrol altında ise değişkenlik daha fazla azaltılabilir ve denetimler azaltılabilir. Ayrıca piyasada ele alınan spesifikasyon sınırları düşürülebilir. Süreçler için amaçlanan onların istatistiksel olarak kontrol altında olması ve ürün spesifikasyonlarını karşılama yeteneğine sahip olmalarıdır (Öztürk, 2013: 364).

Şekil 3'te, basit ve evrensel bir geri besleme döngüsü ile kalite kontrol sürecini tanımlayan basit bir akış şeması gösterilmiştir.



Şekil 3. Kalite kontrol süreci geri besleme döngüsü (Eldin, 2011: 11)

2.3.1. Çetele Diyagramı

Kontrol listesi üretimden alınan verilere dayanarak üretimin eğilimini veya ölçüm değerlerinin dağılımını görmede bir başlama noktasıdır. Üretim esnasında ortaya çıkan olayların hangi sıklıkta olduğunu kolayca görebilmede kullanılan, kullanımı ve anlaşılması kolay bir formdur (Başaran, 2010: 19).

Toplanan verilerin ve gözlemlerin kaydedilmesinde kolaylık sağlayan, aynı zamanda anlaşılması, yorumlanması ve düzenlemesi oldukça kolay olan yaygın bir kalite aracıdır (Küçük, 2012: 155).

Çetele diyagramlarında amaç, herhangi bir konuda muayene ve test verilerinin kaydedilmesidir. Veri toplamak amacıyla çeşitli kayıt formları işletmelerde yaygın olarak kullanılır. Kayıt formlarının hazırlanmasının faydası verilerin gerçekleri temsil edecekleri doğrulandıktan sonra, verilerin kayıt işlemlerini, özetlenmesini ve analizini en kolay bir şekilde sağlayacak yöntemin bulunmasıdır (Akın, 1996: 34).

İstatistiksel kalite kontrolde önemli bir işlem veri toplamadır. Veri, herhangi bir problemin çözümü için amaca uygun değerlere denilir. Kalite kontrolde veriler ölçme, gözlem veya deney yoluyla elde edilir. Veriler değişken ve özellik olmak üzere iki gruba ayrılır. Değişken veriler ölçülebilen ve genelde sayılarla ifade edilen verilerdir;

örneğin bir parçanın çapının ölçülmesi ve mm olarak ifade edilmesi gibi. Diğer taraftan özellik verileri örneğin: “uygun/uygun değil” “geçer/geçmez”, “kusursuz/kusurlu”, “defosuz/defolu” şeklinde ifade edilen niteleyicilerle kontrol edilen verilerdir. Genelde gözlem yoluyla belirlenen veriler özellik grubuna girerler (Akkurt, 2002: 21).

Kontrol tabloları, hangi verilerin, nereden, ne zaman, kim tarafından hangi amaçlar kullanılarak toplanacağını, hangi özel standart ve önlemlerin uygulanacağını göstermektedir. Bir işletmede kontrol tablolarının; üretim süreci dağılım kontrolleri, hatalı parça kontrolleri, hatalı veri kontrolleri, hataların nedenlerinin kontrolü, check-up teyit kontrolü gibi çeşitli fonksiyonları vardır (Akın, 1996: 34).

Veriler elde edilmiş şekillerine göre aşağıdaki gibi sıralanabilir (Başaran, 2010: 20);

- a) Ölçerek; uzunluk, sıcaklık gibi.
- b) Sayarak; üretilen ampul adedi.
- c) Sıralayarak; flenc makinesi birinci, ikinci vs
- d) Okuyarak; skor, notlar, raporlar vs.

Tablo 4. Örnek çetele tablosu

Ürün Kodu	3-015	Parti No	1211
Hata Türü	Hata Sayısı		Toplam
A	xxxxxx		6
B	xxx		3
C	xxxxx		5
D	xxxxxxxx		8
E	xxxxx		5
F	xxxxxxxxx		9

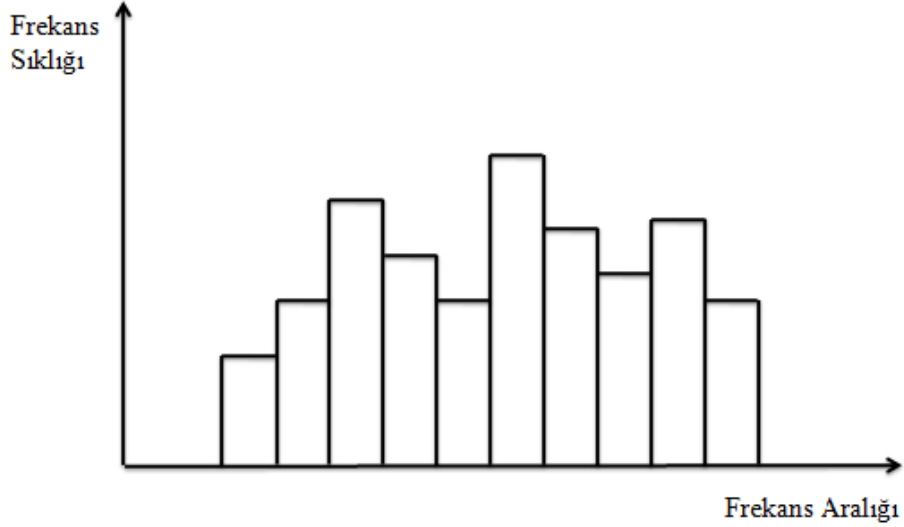
Kontrol listelerinin hazırlanmasında şu temel sorular sorulur (Ersoy ve Ersoy, 2011: 262):

1. Hangi sorulara yanıt arıyoruz?
2. Soruyu yanıtlamak için ne tür verilere ihtiyacımız var?
3. Verileri nerede bulabiliriz?
4. Verileri kim sağlayabilir?
5. Verileri minimum çaba ve minimum hata olasılığı ile nasıl toplayabiliriz?

2.3.2. Histogramlar

Histogramlar, genellikle bir olayın oluş sıklığını göstermek ve belirlenen zaman aralığında tanımlanan problemin daha sık meydana gelip gelmediğini hesaplamak ve ortaya çıkan dağılımın şeklini bilinen bir dağılım ile karşılaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Her histogram yalnızca bir tek özelliği ölçmektedir. Aynı özelliğe ait zaman içinde birden fazla histogram yapılmak suretiyle olay izlenebilir (Akın, 1996: 40).

Tüm tekrarlanan olayların bir değişkenliği vardır. Olmaması imkânsız olan bu değişkenliğin bir sonucu olarak herhangi bir örnekteki iki ölçüm tamamen birbirinin aynısı olamaz (Bostan, 2010: 30). Örneğin aynı süreçte üretilmiş ürününü tüm özellikleri ayrıntılı olarak incelendiğinde, farklılıklar çok küçük dahi olsa % 100 birbirinin aynısı olmadığı görülecektir. Bu nedenle histogramlar özellikleri aralıklı olarak sınıflandırarak düzenleme ve geliştirme kararlarına yardımcı olmaktadır.



Şekil 4. Örnek histogram grafiği

Histogramları çizebilmek için yatay eksene toplanan değerler sınıflandırılarak yazılır. Her sınıfa düşen frekans sayısı da dikey ekseninde gösterilmelidir. Bu şekilde çizilen histogramlar dağılımın büyüklüğünü, simetri ve asimetri durumunu ve şeklini ortaya koyarlar. Böylece mevcut veya olası sorunların yapısıyla ilgili önemli ipuçları elde etmek mümkün olabilmektedir. Ayrıca histogramlar; spesifikasyon ile sonuç arasındaki ilişkilerin araştırılmasında, normal olmayan verilerin belirlenmesinde,

malzeme ve değişik verileri (adet, vb.) sınıflandırarak üretim süreci içerisinde değişikliklere neden olan faktörlerin gözden geçirilmesinde kullanılmaktadır (Özdemir, 2013: 42).

Bir ürün veya hizmetin kalite düzeyini artırmak için histogramlar birçok amaçla kullanılabilir. Örneğin histogram oluşturulduktan sonra üzerine spesifikasyon limitleri çizilerek gerçekleşen dağılımın spesifikasyon limitlerine göre durumuna bakılır. Histogramlar arasında farklılıkların oluşması, derhal bu durumun sebebinin araştırılması gerektiği sinyali verir. Müşteri tutarlılık bekler, bu yüzden, histogramlar birbirine benzemelidir. Bir kuruluştta histogram çizimi, sürekli bir aktivite olmalıdır. Süreç değişmedikçe birbirini izleyen histogramlar arasında çok az fark bulunmalıdır (Özkaya, 2013: 63).

Bir kalite kontrol çalışmasında histogram ne zaman ve niçin kullanılır? Ne zaman ve niçin kullanıldığı maddeler halinde şu şekilde özetlenebilir (Başaran, 2010: 26):

Ne zaman

- Önemli karakteristikler veya herhangi süreç çıktısının ölçümlerini toplarken,
- Yeterlilik çalışmaları yapıldığında,
- Gelen malzemenin ve çıkan ürünün kalitesini analiz ederken kullanılır.

Niçin

- Ölçümlerin dağılımının şekli, varyasyonu (yayılımı) ve merkezini kolayca gözlemlemeyi sağlar,
- Ölçümlerdeki şablon gözlenir,
- Varyasyonu azaltma ve problemlerin sebepleri hakkında ipucu sağlar,
- Kalite karakteristiğinin üretim tutarlılığı gözlemlenir,
- Süreç yeterliliği ile spesifikasyonların arasındaki ilişki grafik olarak gösterilir,
- Ölçümlerin normal olarak dağılıp dağılmadığı görsel olarak değerlendirilir.

2.3.3. Pareto Analizi

Bu analiz, problemin esas (majör) nedenlerini önemsizlerden (minör) ayırmada yardımcı olan, sıralı dikey çubuklar biçiminde gösterilen bir yöntemdir (Öztürk, 2013: 372).

Pareto analizi sorun alanlarının en önemlilerinin üzerinde odaklaşmaya yarar. Burada sorunların önem dereceleri belirlenerek sonuç üzerinde en fazla etkisi olanların çözümü üzerinde odaklanması mümkün olmaktadır. Pareto analizinin mantığına göre az sayıda faktör sorunların büyük bir bölümünün ya da yüzdesinin kaynağını ve nedenini oluşturmaktadır. Pareto analizinde amaç, sorunların nedenlerinin önem derecesine göre sıralanması ve daha az önemlilerin bir kenara bırakılarak sorun üzerinde en fazla etkide bulunan en önemli nedenlerin ortadan kaldırılmasına yönelmesidir (Ersoy ve Ersoy, 2011: 265).

Pareto şeması oluşturulurken aşağıdaki adımlar izlenir (Başaran, 2010: 42-45);

Birinci Adım - Bütün elemanların listelenmesi: Önce hatalar tespit edilir. Daha sonra ise hataya sebep olan bütün elemanların toplanması ve listelenmesi ile ilk aşama gerçekleştirilmiş olur.

Veriler toplanırken şunlara dikkat etmek gerekir;

- Önce süreçteki problemler tespit edilir.
- Tespit edilen problemin sebepleri araştırılır. Problemin sebeplerini bulmak için; problem iyi tanınmalı, problemin ne zaman ortaya çıktığı, nerede olduğu, nasıl olduğu, problemin önemi, boyutu, ciddiyeti, kimleri ilgilendirdiği ve diğer faktörlerin neler olduğu belirlenir.

İkinci Adım - Elemanların Ölçümü:

- Öncelikle belirli bir zaman aralığında ve düzenli bir şekilde analiz edilebilecek verilerin toplanmasında kullanılacak bir form düzenlenir.
- Belirlenen sebepler kontrol kartlarına kaydedilir ve analiz edilecek problem ile ilgili sayısal veriler toplanıp kontrol kartına işlenir.

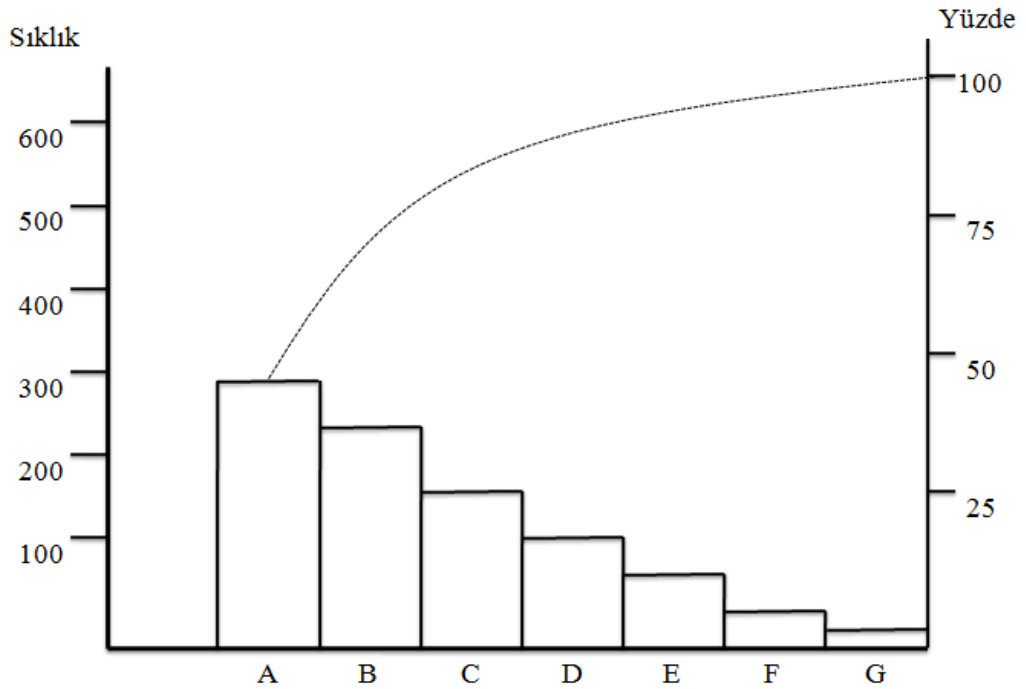
Üçüncü Adım - Elemanların sınıflandırılması: Elde edilen veriler en büyük değerden en küçük değere doğru sınıflandırılır.

Dördüncü Adım- Kümülatif dağılımların hesaplanması: Bu aşamada her bir değer toplam içindeki yüzde değeri hesaplanır. Daha sonra bu yüzdelerin kümülatif toplamları hesap edilir. Sınıflandırılan veriler kullanılarak pareto grafiği çizilir.

Beşinci Adım – Pareto grafiğinin çizimi: Araştırılan problem ile ilgili belirlenen sebepler yatay eksene eşit aralıklarla ve önem derecelerine göre sütunlar halinde yerleştirilir. Problemin en önemli sebebini temsil eden sütun en sola yerleştirilir. Sağa doğru ise problemde önem dereceleri gittikçe azalan sebepleri temsil eden sütunlar yer almaktadır. Hata adedi ve yüzde gibi değerler dik eksende gösterilmektedir. Problemin

sebeplerinin toplam frekans içindeki değerleri sütunların boylarını belirlemektedir. Dikey eksen boyunca sayısal bir ölçüt gerçek büyüklükleri belirler. Pareto grafiğinde çizgi ile gösterilen bir toplam eğri yer alır. Toplam eğri grafiğin sol alt köşesinden başlar ve bütün sütun boylarının toplamı olan bir yükseklikte sağ üst köşede bulunan % 100 seviyesine ulaştığı zaman tamamlanmış olur. Toplam eğri esas olarak öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında yardımcı olması için kullanılır. Grafiğin sağ tarafında 0'dan 100'e kadar işaretli başka bir dikey eksen yer alır. Bu dikey eksen hata yüzdeleri gösterir.

Altıncı Adım – Pareto Analizinin Yorumu: Probleme neden olan sorunların yüzde kaçının yok edilmesinin sorunun ne kadarını ortadan kaldıracığı saptanır. İşletme için problemi veya sorunu en az düzeye indirecek problem nedenlerini ortadan kaldırmaya yönelik kararlar alınmaya çalışılır.



Şekil 5. Örnek pareto diyagramı

Problemlerin nedenleri genellikle Pareto prensibine uyar. 80'e 20 kuralı olarak da bilinen bu prensip; sonuçların yaklaşık %80'inin, sebeplerin %20'sine bağlı olarak ortaya çıktığını savunur. Kantitatif bir anlatımla makinelerin, hammaddelerin ve operatörlerin %20'si, problemlerin %80'ine sebep olmaktadır. Bir diğer örneğe göre; mali varlığın %80'inin, halkın %20'si tarafından kontrol edildiği tespit edilmiştir. Başka bir örneğe göre; bir üretim sürecinde ortaya çıkan hurda veya işçilik maliyetinin %80'i, olası sebeplerin %20'sinden kaynaklanmaktadır (Bostan, 2010: 33).

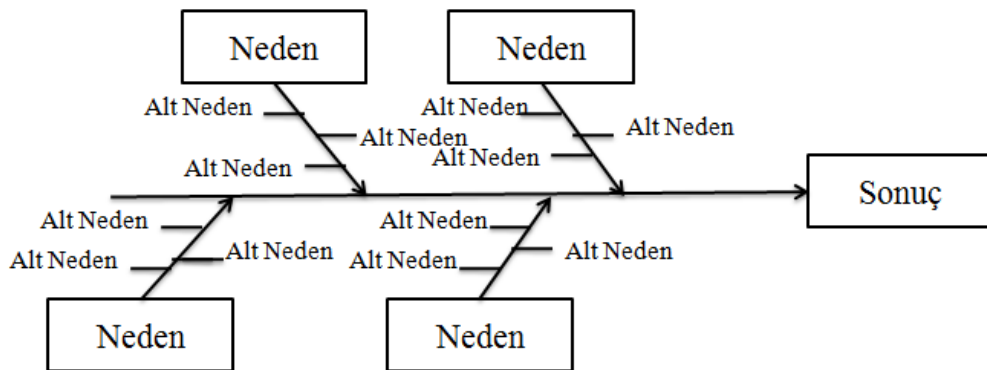
2.3.4. Neden – Sonuç Diyagramı

Özel bir problemin çözülebilmesi için öncelikle problemin nedenleri belirlenmelidir. Bu problemin nedenleri basit veya karmaşık olabilir. Çoğu kalite problemleri karmaşık nedenlerin sonucudur. Süreçteki problem bir kez tanımlandığında, düzeltici faaliyetler alınmadan önce potansiyel nedenler belirlenmelidir. Neden ve etki analizi veya diyagramı tüm potansiyel nedenleri tanımlamak için kullanılabilen araçlardan birisidir. Neden ve etki diyagramı süreçteki problem ve çeşitli nedenler arasındaki ilişkiyi betimlemek için de kullanılır (Öztürk, 2013: 376).

Neden – Sonuç Diyagramları kalite sorunları yanında aşağıda yer alan sorunların çözümünde de işletmeciye yardımcı olmaktadır (Akın, 1996: 57-58).

- İşletmenin sorunları konusunda bütün bilinenlerin ortaya konulması,
- Bilinen verilerden hareketle, bilinmeyenlere doğru sistematik olarak yaklaşabilme,
- İşletmenin sorunlarını bilen kişilerin deneyimlerinden yararlanabilmek,
- Sorunları çözme sürecinin daha düzenli duruma getirilmesi,
- İşletmede çalışanların sorunların çözümünde katkısını ve işbirliğini sağlamak.

Neden – Sonuç Diyagramları diğer araçlar gibi takım ruhunun gelişmesine yardımcı olur. Veri toplama, verileri sınıflama, verileri geniş bir perspektifte değerlendirebilme konusunda yönlendiricidir. Diyagramın etkili bir yönetim aracı olarak kullanılabilmesi neden – sonuç ilişkisinin doğru kurulmasına bağlıdır (Gümüšoğlu, 2000: 143).



Şekil 6. Örnek balık kılçığı diyagramı

Neden - Sonuç diyagramları hazırlamak için takip edilmesi gereken adımlar (Tapiero, 1996: 78);

1. Çalışılacak sorunu belirleyin. Bu diyagramın belkemiğidir.
2. Kartlardaki durumları gruplandırın ve nedenlerini ait olduğu gruba göre sınıflandırın.
3. Sonra ilk seviye nedenlerini belirleyin (yediden az). Bu ilk seviye nedenler omurgaya bağlı büyük kemikleri temsil eder.
4. Büyük kemiğe bağlı orta boy kemiklerin olduğu ikinci seviye nedenleri belirleyin.
5. Bir neden - sonuç ilişkisi kurun.
6. Daha fazla neden bulunmayana kadar 4 ve 5. adımlardaki daha küçük nedenlerin araştırılmasını tekrarlayın.
7. İlk seviye nedenlerini genelleyin.
8. İkinci seviyedeki temel nedenleri vurgulayın. Bunlar problemi incelemeyi ve ortadan kaldırmayı tanımlayan anahtar faktörlerdir.

2.3.5. Süreç Akış Şeması

Akış şeması ya da süreç haritası bir sürecin görsel olarak ifade edilmesidir. Akış şeması bir süreçteki faaliyetlerin sırasını ve malzeme ve bilgi akışını ortaya koyar. Akış şeması, bir işi yapmak için gerekli adımlara ilişkin bir tablo sunarak, sürecin içinde yer alan kişilerin o süreci daha iyi ve daha objektif olarak anlamalarını sağlar. Bir sorun çözme aracı olarak, süreçte sorun çıkan noktaların belirlenmesinde yardımcı olur. Akış şemaları sürecin içinde yer alan kişiler tarafından hazırlanır ve bu kişilerin süreci daha iyi görmelerinde yardımcı olur. Bu yüzden akış şemalarının çalışanlar, nezaretçiler, yöneticiler ve müşteriler tarafından hazırlanmasında yarar vardır. Burada bir uzman çatışmaların çözümünde yardımcı olarak objektifliğin sağlanmasına katkıda bulunur. Uzman şu soruları sorarak tartışmaları yönetir: “Bir sonraki aşamada ne olmaktadır?”, “Bu noktada kararları kim vermektedir?”, “Bu noktada hangi işlem yerine getirilmektedir?” Çoğu zaman akış şemasını hazırlayan grup, sürecin kendisine ilişkin yanlış düşüncelerden dolayı ya da “resmin tamamını göremediği” için bu soruların yanıtları üzerinde bir anlaşmaya varamaz. Akış diyagramları Microsoft Excel programında yer alan çizim araçları (drawing toolbox) kullanılarak kolay bir şekilde hazırlanabilir (Ersoy ve Ersoy, 2011: 258).

Şekil	Adı	Açıklama
	İşletme/Faaliyet	Programın işlemlerini sağlayan program talimatları kümesini gösterir.
	Girdi Çıktı	İşlem için giren veriyi veya işlem sonucunda çıkan bilgiyi gösterir.
	Karar	İki veya daha fazla yol söz konusu olduğunda karar noktasını gösterir.
	Hazırlık	İşlemden önceki hazırlık faaliyetlerini belirten program hazırlık kümesini gösterir.
	Başlangıç/Bitiş	Sistemdeki başlangıç, durma vb. gibi giriş veya çıkış noktalarını gösterir.
	Açıklama	Tamamlayıcı yorumların ve ek bilgilerin verilmesini sağlar.
	Akış	İşlem akışının yönünü gösterir.
	Sayfa içi bağlantı	Program akışı içinde, bir sayfa daki bir noktanın aynı sayfadaki bir diğer noktaya bağlanmasını gösterir.
	Sayfalar arası	Program akışı içinde, bir sayfa daki bir noktanın bir diğer sayfa daki bir noktaya bağlantısını gösterir.
	Belgenin denetim veya irdeleme aşamasını gösterir.	
	Belgenin bir işlem veya istasyondan diğerine hareketini gösterir.	
	Belgenin kalıcı olarak depolandığını veya dosyalandığını gösterir.	

Şekil 7. Süreç akış şeması simge ve anlamları (Ertuğrul, 2006: 172)

Akış diyagramı hazırlanırken kullanılan temel şekiller ve anlamları Şekil 7'de örnek olarak gösterilmiştir. Ayrıca her işletme de süreçlerin farklılığında dolayı farklı akış diyagramı şekillerine sahip olabilir. Akış diyagramları hazırlanırken tüm işletme çalışanları tarafında açık ve net bir şekilde anlaşılabilmesi önemlidir.

Akış diyagramının hazırlanmasında konuyla ilgili kişilerin olması son derece önemlidir. Bu kişiler (Gümüšoğlu, 2010: 140);

- Akış süreci ile ilgili tüm işlemleri belirlemeli,
- İşlemler, alınan kararlar ve ilgili veriler arasındaki ilişkiler belirlenmeli,
- İşyeri düzeninin uygunluğu gözden geçirmeli,
- Müşteri ve tedarikçi ilişkileri dikkate almalı,
- Süreçle ilgili kişilerin görev tanımlarını ve sorumluluklarını belirlemeli,
- Süreç ile ilgili gerçekleşen ve tahminlenen süreler belirlemeli,
- Her aşamanın maliyetleri ve eklediği değerleri belirlemeli,
- Eldeki verileri belirlemeli,
- İyileştirme çalışmaları için gerekli verileri belirlemeli,
- Geliştirme olanakları saptamalıdır.

İşletme içerisinde akış şemaları kullanıldığında işletmeye sağlayacağı yararlar (Özdemir, 2013: 40):

- Süreçte çalışan kişiler sürecin akışını daha rahat anlar ve kontrol altında tutulması kolaylaşır,
- Sürecin geliştirilmesi istenen bölümleri daha net olarak tanımlanır,
- Çalışanlar kendilerini sürecin bir parçası olarak görmeye başlarlar. Motivasyon, işi sahiplenme, bölümler arası iletişim artar.

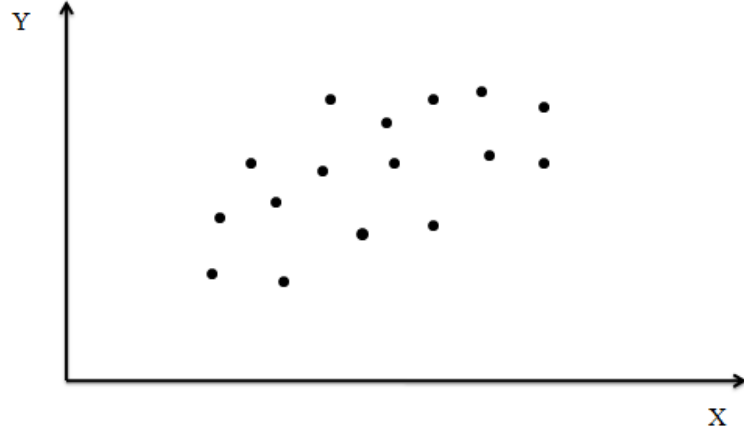
2.3.6. Serpilme Diyagramı

Dağılma diyagramları, kaliteyi etkileyen ya da iyileştirmeye konu olan iki özellik arasında, ilişki olup olmadığının belirlenmesi esasına dayanır ve hatayı yarattığı düşünülen unsurun, gerçek neden olup olmadığını ortaya çıkarmada kullanılır. Verilerin artış ve azalışları birbirini etkiliyorsa bu iki veri arasında ilişki (korelasyon) vardır denilebilir (Başaran, 2010: 30).

Serpilme veya saçılma diyagramı, iki bileşik veri kümesi arasında ilişkilerin belirtilmesi, ortaya konulması ve var olduğu sanılan ilişkilerin onaylanması amacıyla kullanılır (Küçük, 2012: 156).

Kaliteye ilişkin problemlerin çözümü için, önce neden ve etki diyagramıyla en olanaklı olan nedenler belirlenir sonra da serpilme diyagramı ile spesifik iki veya daha fazla nedenler arasındaki ilişkinin boyutu belirlenerek gerçekleştirilir. Bir anlamda; Neden - Sonuç Diyagramı + Serpilme Diyagramı= Kalite Problemlerinin Çözümü (Öztürk, 2013: 379).

Uygulamada genellikle süreç parametreleri ile ürün karakteristikleri arasında ilişki olup olmadığı araştırılır, kalite problemleri genellikle bu ilişkinin bozulmasıyla ortaya çıkar. Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve şiddetini biliyorsak, bunlarla yapılan çeşitli kombinasyonlarla kalite üzerinde etkili olmamız mümkün olabilmektedir (Başaran, 2010: 31).

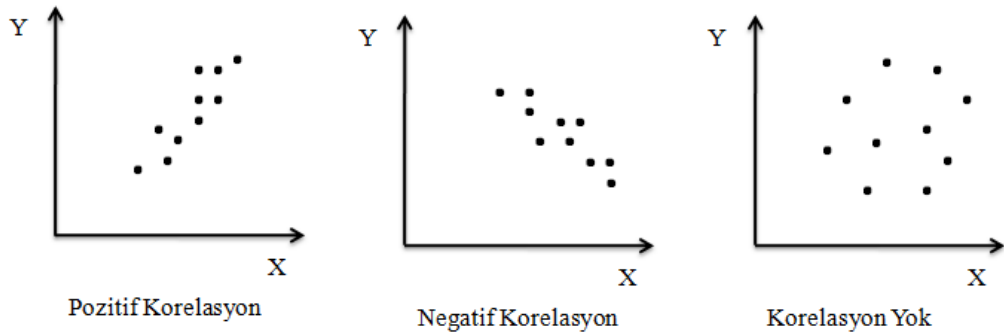


Şekil 8. Örnek serpilme diyagramı

Serpme diyagramının hazırlanmasında şu aşamalar izlenir (Ersoy ve Ersoy, 2011: 267):

1. X (bağımsız değişken) ve Y (bağımlı değişken) değişkenleri belirlenir.
2. Belirlenen bu değişkenlere ilişkin süreç verileri toplanır.
3. Veriler iki boyutlu düzlem üzerine yerleştirilir.
4. İki değişken arasında ilişki olup olmadığını görmek için yerleştirilen bu veriler incelenir.

Genelde değişken (sayısal) verilere uygulanan bu analizde, veriler arası ilişki r ile gösterilen bir korelasyon katsayısı ile verilir. Bu katsayı -1 ile 1 arasında olabilir. r pozitif ($r > 0$) olduğu durumda pozitif korelasyon olur, yani x 'in büyümesi ile y büyür; r negatif ($r < 0$) olduğu durumda negatif korelasyon olur, yani x 'in büyümesi ile y azalır. $r = 0$ veriler arası bir ilişkinin olmadığını; $r = 1$ tam bir pozitif ilişkinin; $r = -1$ tam bir negatif ilişkinin olduğunu gösterir.



Şekil 9. Farklı korelasyon durumları

Serpilme diyagramı kalite çalışmalarında çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bunlar (Tapiero, 1996: 76):

1. Değişkenler arasındaki korelasyonu (pozitif veya negatif) gösterebilir.
2. Fonksiyonlar arasındaki doğrusal veya doğrusal olmayan ilişkileri gösterebilir.
3. Uç değerleri aygılayabilir.
4. Ortak özellikleri ile belli noktadaki verilerde tabakalaşmayı grafiksel olarak göstererek dikkat çekebilir.
5. Bir serpilme diyagramı düzenli olarak dağılmamışsa değişkenler arasında açıklanması gereken bazı temel ilişkiler vardır.

2.3.7. Kontrol Grafikleri

İstatistiksel süreç kontrol teknikleri ürün kalitesini geliştirmek ve süreçleri izlemek için endüstride yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çeşitli kontrol grafikleri de süreç içerisindeki değişkenlerini izlemek ve ürünlerin kalitesini düşüren kontrol dışı durumları tespit etmek için geliştirilmiştir (Noorossana and Vaghefi, 2006: 191).

Düzenli bir akış içinde üretilen imalat sanayi parçaları kapsamında kontrol grafikleri düzenli aralıklarla önemli bir kalite parametresi ölçmeyi, her zaman birkaç parçanın ölçümü ve ortalama değerini grafiğini ve her alt grubun aralığını bir çift aralıkta çizmeyi içerir (Stuart vd., 1996: 204).

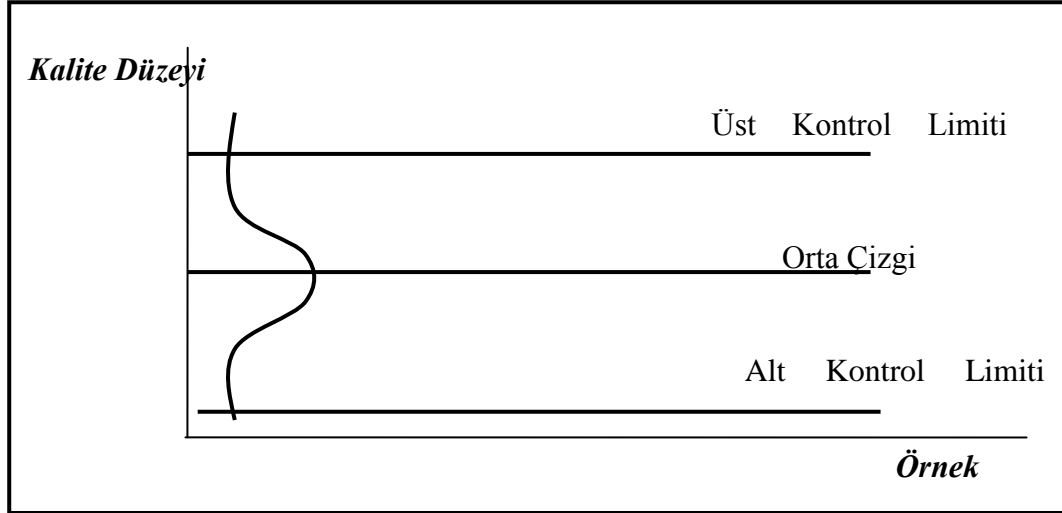
Süreç kontrol şemalarının amaçları (Gümüsoğlu, 2000: 113):

- Üretim sürecinin gerçek olanaklarını saptamak,
- Sürecin çıktı kalitesini değiştirecek ayarlamalar yapmak,
- Çıktıyı kontrol etmek biçiminde sıralanabilir.

Üretilen mamulün ölçülen kalitesi her zaman şans nedeniyle belirli bir miktarda değişimin etkisi altındadır. Bir kısım kararlı şans etkileri üretimin ya da muayenenin herhangi bir safhasında içsel olarak vardır. Bu kararlı düzende değişkenlik kaçınılmazdır. Kararlı düzen dışında oluşan değişkenlikler saptanabilir ve düzeltilebilir. Kontrol grafiklerinin gücü, süreçte meydana gelen ve kaliteyi etkileyen bu belirlenebilir (özel - devredilebilir) nedenleri ayırabilmesindedir. Böylece birçok sorunun teşhisi ve düzeltilmesi mümkün olur. Sadece şans etkileri nedeniyle değişkenlik gözlenen bir süreç istatistiksel kontrol altında olarak tanımlanır. Belirlenebilir nedenlerin varlığı altında çalışan bir süreç ise kontrol dışındadır. Kontrol grafikleri, bu

rassal ve özel nedenleri ayırabilmesi özelliği sayesinde, gereksiz tedbirlerin alınmasını önler (Yılmaz, 2009: 13).

Kontrol işlevi, çıktı kalitesinin o andaki durumunu gösterir ve kalite amaçlarından sapmaları önceden haber verir (Gümüšoğlu, 2000: 113).



Şekil 10. Örnek kontrol grafiği (Ertuğrul, 2006: 203)

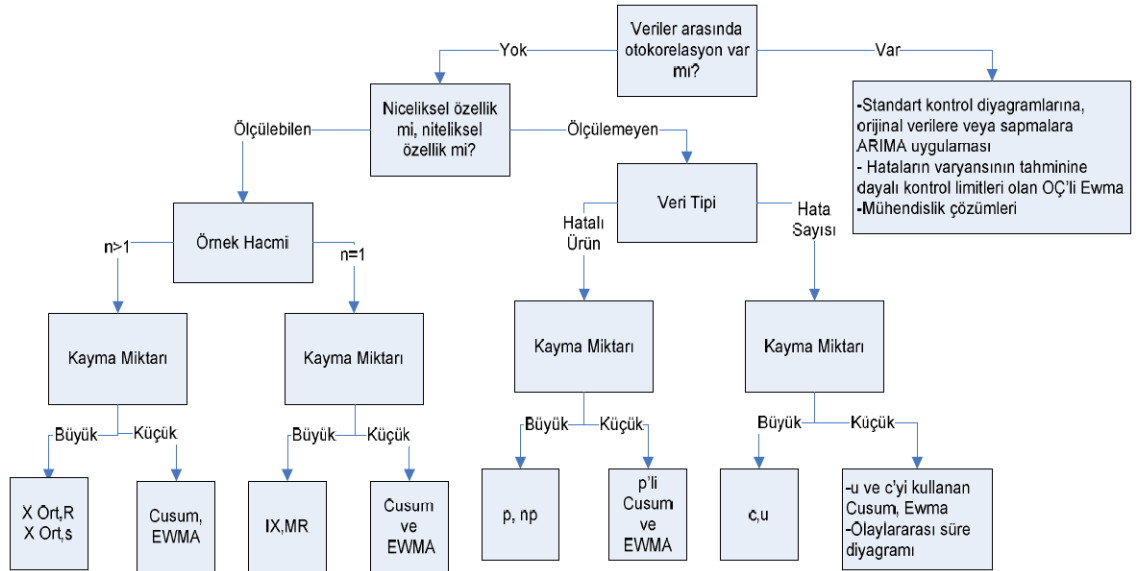
Kontrol grafikleri uygulamalarının, günümüzde oldukça başarılı sonuçlar vermesinin ve yaygın kullanımı olmasının nedenleri şöyle sıralanabilir (Yılmaz, 2009: 17-18):

- Kontrol grafikleri, üretkenliği arttırmak için kanıtlanmış tekniklerdir. Başarılı bir kontrol grafiği uygulaması ile üretilen bozuk parça oranı ve yeniden işlemler azaltılabilir. Böylece, üretimde verimlilik artar, maliyetler düşer ve üretim kapasitesi artar.
- Kontrol grafiği kullanımı, hatalı parça sayısının azaltılmasında etkili bir yoldur. Kontrol grafikleri, sürecin kontrol altında tutulmasına yardımcı olur ve böylece “İşi ilk seferinde doğru yap” felsefesi ile üretim yapılması konusunda istikrar sağlanmış olur.
- Kontrol grafikleri, süreçte gereksiz ayarlamaları / hazırlıkları önler. Kontrol grafikleri, sürecin doğasında var olan değişkenlikleri, özel nedenlerden kaynaklanan değişkenliklerden, operatör veya başka bir aracın yapabileceğinden daha doğru bir şekilde ayırt edebilir. Böylece operatörün sürece gereksiz müdahalelerinin önüne geçilmiş olunur.

- Kontrol grafikleri, tanımlayıcı bilgi sağlar. Kontrol grafiği üzerindeki noktalar kümesi, deneyimli bir mühendis veya operatöre süreç hakkında tanımlayıcı bilgiler sunar ve bu bilgiler sayesinde sürecin performansını geliştirecek değişimler yapılabilir.
- Kontrol grafikleri sürecin yeteneği hakkında bilgi sağlar. Önemli süreç parametrelerinin değerleri ve bu parametrelerin zamana bağlı olan değişkenlikleri ile ilgili bilgi sağlar. Elde edilen bu bilgi ile sürecin kabiliyeti ölçülebilir.

Kontrol grafiklerinin gücü, süreçte meydana gelen ve kaliteyi etkileyen bu özel nedenleri ayırabilmesinde yatmaktadır. Böylece genel nedenler altında değişkenlik gösteren süreç de istatistiksel olarak kontrol altında yer alacaktır. Bu grafikler süreçte meydana gelen değişkenliği en kısa zamanda ortaya çıkarabilmelerine rağmen, sadece değişkenliğin varlığını bildirirler. Fakat bu değişkenliği bulup ortadan kaldırmaları söz konusu değildir. Özel nedenlerin bulunarak ortadan kaldırılması ise; yönetim, operatör, mühendis gibi yetkililerin alanı içinde bulunmaktadır (Kan, 2005: 3).

Bir kalite karakteristiğini incelenmesinde kontrol grafiği seçimini gösteren karar ağacı Şekil.11'de verilmiştir.



Şekil 11. Kontrol grafiği seçim yöntemi (Yılmaz, 2012: 12)

Eğer kontrol edilecek olan özellik uzunluk, ağırlık, zaman gibi ölçülebilir bir özellik ise kontrol grafiğine, “ölçülebilir özellikler için kontrol grafiği” denir. Kontrol grafiklerinin İKK sisteminde üç belirgin kullanımı vardır (Bostan, 2010: 32-38):

- Bir problem çözme yöntemi olan Tanımlama, Ölçme, Analiz, İyileştirme ve Kontrol (TÖAİK) projesinin ilk “ölçüm” faaliyetlerinde, takımların, sorunların ya da “kontrol dışında kalan” durumların tiplerini ve sıklıklarını belirlemelerine yardımcı olur. Hatta hangi türde araştırma veya düzeltme faaliyetinin en etkili olabileceğini de söyleyebilir.
- Bir süreç çözümü ya da değişkenliğinin (iyileştirme ya da kontrol aşamalarında) denenmesi ya da uygulanmasında, değişkenliğin ve performansın nasıl etkilendiğini göstererek hatta başka çalışma veya araştırma alanları da önererek sonuçların izlenmesine yardımcı olur.
- Kontrol tabloları sürekli olan bir alarm sistemi gibi hareket eder ve inceleyen kişiyi süreçteki alışılmadık faaliyetler hakkında uyarır.

Kontrol grafiği hazırlama aşamaları:

- Kontrolü Yapılacak Sürecin Tespit Edilmesi
- Ölçülecek Özelliklerin Tespit Edilmesi
- Süreçten Örneklerin Alınması ve Kaydedilmesi
- Kontrol Grafiğinin Belirlenmesi ve Uygulanması
- Grafiklerin Yorumlanması

Günümüzde yaygın olarak kullanılan bazı kontrol grafiği türleri (Russo vd., 2012: 36);

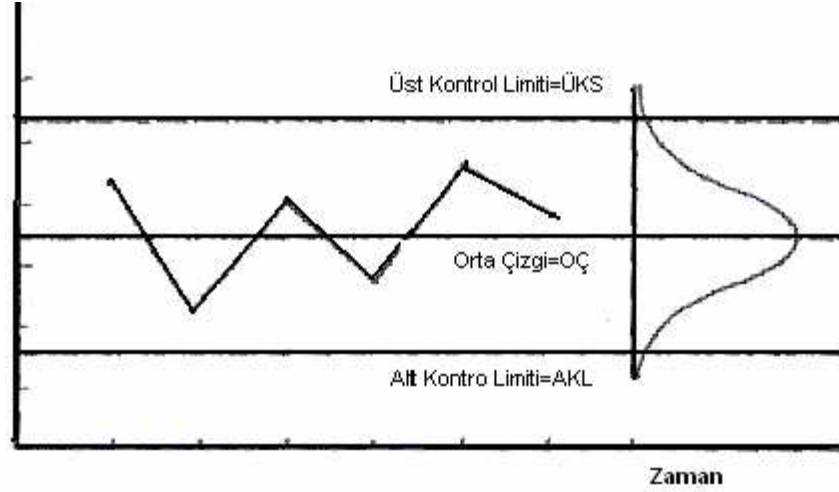
- Shewart Kontrol Grafiği,
- Mosum Kontrol Grafiği (Moving Sum),
- Ewma Kontrol Grafiği (Exponentially Weighted Moving Average),
- Cusum Kontrol Grafiği (Cumulative Sum).

2.3.7.1. Değişken nicelikler için kontrol grafikleri

2.3.7.1.1. Shewart kontrol grafikleri

Shewart kontrol grafikleri istatistiksel kalite kontrolün temel araçlarından. Bu grafikler hem süreçlerin hassasiyetini ölçmede hem de endüstriyel süreçlerde devredilebilir nedenlerin oluşumunu tespit etmede yararlıdır (Topalidou and Psarakis, 2009: 773).

Bir Shewhart grafiği merkez hattı ve orta çizginin altında ve üstünde belirli bir mesafede ayarlanmış bir alt ve üst kontrol limiti olan gözlemlerin gösterildiği bir zaman sıralı grafik ekranıdır (Vries ve Conlin, 2005: 320).



Şekil 12. Kontrol grafiği (Kan, 2005: 4)

Genel olarak bir kontrol grafiğini oluşturmak için, ilgilenilen süreç karakteristiği Y ortalaması ile standart sapması da sırasıyla, μ_y ve σ_y olmak üzere kontrol sınırlarının orta çizgiye olan uzaklığını standart sapma cinsinden gösteren katsayıya k denilirse, kontrol sınırları;

$$\text{Üst Kontrol Sınırı}(\text{ÜKL})_y = \mu_y + k\sigma_y \quad (4)$$

$$\text{Orta Çizgi}(\text{OÇ})_y = \mu_y \quad (5)$$

$$\text{Alt Kontrol Sınırı}(\text{AKL})_y = \mu_y - k\sigma_y \quad (6)$$

olarak belirlenir. Kontrol sınırlarının belirlenmesinde kullanılan k katsayısı için genel kabul $k=3$ 'tür. Ancak uyarı sınırları olarak $k=2$ için de sınırlar belirlenmektedir. Kullanım alanı fazla olmamakla birlikte kontrol sınırları belirli bir olasılığa eşit olacak şekilde de oluşturulabilir. Örneğin; I. tip hata olasılığı $\alpha = 0,05$ olarak belirlenirse, karşı gelen k değeri 1,96 olmaktadır (Çimen, 2008: 9).

Eğer \bar{x} 'in normal dağılıma uyduğu μ ve σ biliniyorsa, bu ana kütlede seçilen herhangi bir örneğe ait ortalamanın $1-\alpha$ 'nın güven seviyesindeki güven aralığının sınırları aşağıdaki eşitliklerle belirlenir (Montgomery, 2005: 196).

$$\text{ÜKS} = \mu + Z_{\alpha/2}\sigma_{\bar{x}} = \mu + Z_{\alpha/2}(\sigma/\sqrt{n}) \quad (7)$$

$$AKS = \mu - Z_{\alpha/2}\sigma_{\bar{x}} = \mu - Z_{\alpha/2}(\sigma/\sqrt{n}) \quad (8)$$

Bu eşitliklerdeki σ_y yerine yazılan σ/\sqrt{n} ifadesi, “merkezi limit teoremi” nden ileri gelmektedir. Merkezi limit teoremine göre dağılımı bilinmeyen bir ana kütleden bir örnekleme yapılıyorsa ve örneklem hacmi n büyükse, örneklem ortalamalarının örnekleme dağılımı, yaklaşık olarak ortalaması μ ve varyansı $\sigma_{\bar{x}}$ olan normal bir dağılım gösterir. Kontrol limitlerinin dışındaki noktalar özel sebeplerden dolayı ortaya çıkar ve süreçte kalite sorunu olduğunu ve önlem alınması gerektiğini belirtir. Kontrol limitleri süreçteki genel sebeplerden doğan değişimin sınırlarıdır (Kan, 2005: 5-6).

2.3.7.1.1.1. X kontrol grafikleri

Bilinmeyen kitle parametrelerinin tahminçileri μ 'nün yansız tahminçisi \bar{x} , k alt grup sayısı olmak üzere:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k}, \quad (i = 1,2,3, \dots, k) \quad (9)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{k}, \quad (i = 1,2,3, \dots, k) \quad (10)$$

Kalite kontrol grafiği sınır çizgileri çizilirken kullanılan sabit faktör değerleri ($A, A_2, B_1 \dots vb. gibi$)Ek-1'deki tablo yardımıyla elde edilmiştir. Anakütle ortalaması ve standart sapması bilinmediği durumlarda \bar{x} kontrol grafiği parametreleri (Baskan, 1997: 68-71):

$$\bar{U}KL = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R} = \bar{\bar{x}} + A\bar{s} \quad (11)$$

$$OÇ = \bar{\bar{x}} \quad (12)$$

$$AKL = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R} = \bar{\bar{x}} - A\bar{s} \quad (13)$$

Anakütle ortalaması ve standart sapması bilindiği durumlarda \bar{x} kontrol grafiği parametreleri (Montgomery, 2005: 213):

$$\bar{U}KL = \mu + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \mu + A\sigma \quad (14)$$

$$OÇ = \mu \quad (15)$$

$$AKL = \mu - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \mu - A\sigma \quad (16)$$

Örnekleme içerisinde yer alan örnek ortalamalarının kontrol limitleri arasında kalması, ürünün kalitesi için bir ölçü olmakla birlikte, uygulamada çoğu zaman diğer bir ölçüye daha ihtiyaç duyulur. Örnek ortalaması istenen standartlara uyduğu halde, örnek içindeki birimlerde standarttan önemli ölçüde sapmalar görülebilir. Bu durumda aynı ortalamaya sahip olan iki örnekten standart sapması (s) veya değişim aralığı (R) daha küçük olan örneğin daha kaliteli olduğu söylenir. O halde ortalamasının kontrol limitleri yanında, s veya R için de benzer limitler çizilmeli ve üretimde hem kararlılık hem de değişim durumunun istenen limitler arasında kalması hedef alınmalıdır (Bostan, 2010: 40).

2.3.7.1.1.2. R kontrol grafikleri

Anakütle veya örnekleme içerisinde yer alan minimum ve maksimum değer arasındaki farka değişim aralığı denir ve R harfi ile gösterilir;

$$R = x_{max} - x_{min} \quad (17)$$

şeklinde hesaplanmaktadır (Montgomery, 2005: 197).

Her biri n birimden oluşan m tane örnek alındığında, R_1, R_2, \dots, R_m bu örneklerin değişim aralıkları olmak üzere değişim aralıkları ortalaması:

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m R_j \quad (18)$$

olarak hesaplanmaktadır (Şentürk, 2002: 25).

Anakütle standart sapması bilinmediği durumlarda R kontrol grafiği parametreleri (Montgomery, 2005: 197):

$$\bar{U}KS_R = D_4 \bar{R} \quad (19)$$

$$OC_R = \bar{R} \quad (20)$$

$$AKS_R = D_3 \bar{R} \quad (21)$$

Anakütle standart sapması bilindiği durumlarda R kontrol grafiği parametreleri (Şentürk, 2002: 27):

$$\dot{ÜKS}_R = D_2\sigma \quad (22)$$

$$OÇ_R = d_2\sigma \quad (23)$$

$$AKS_R = D_1\sigma \quad (24)$$

2.3.7.1.1.3. s kontrol grafikleri

Anakütle standart sapmasının bilinmesi durumunda, kontrol limitlerinin çiziminde kullanılan formüller:

$$\dot{ÜKS} = B_2\sigma \quad (25)$$

$$OÇ = c_2\sigma \quad (26)$$

$$AKL = B_1\sigma \quad (27)$$

Ana kütle standart sapmasının bilinmemesi durumunda, kontrol limitlerinin çiziminde kullanılan formüller (Kan, 2005: 29-30):

$$\dot{ÜKS} = B_4\bar{s} \quad (28)$$

$$OÇ = \bar{s} \quad (29)$$

$$AKL = B_3\bar{s} \quad (30)$$

2.3.7.1.2. Kümülatif toplam (Cusum) kontrol grafikleri

Kümülatif toplam (Cumulative Sum) kontrol grafiği (Cusum veya CSCC), Shewart kontrol grafiklerinin örneklem ortalamalarındaki küçük ancak sürekli kaymalara karşı duyarsızlığı nedeniyle, bu grafiklere alternatif olarak geliştirilen dört grafik türünden birisidir. Cusum grafiği ilk kez Page (1954) tarafından önerilmiş ve daha sonra Ewan (1963), Page (1961), Johnson (1961), Johnson ve Leone (1962) ve Lucas (1976) gibi pek çok yazar tarafından geliştirilmiştir (Işığışık, 2012: 289).

Cusum kontrol grafiklerinde Barnhard (1959) tarafından önerilen bir V maskesi kullanılmaktadır (Sun ve Kalbfleisch, 2013: 62).

2.3.7.1.2.1. Cusum kontrol grafiğinin çizimi

Cusum kontrol grafiği örneklem değerlerinin hedef değerden cebirsel sapmalarının kümülatif toplamını (S_i) grafik üzerine işaretleyerek örneklem verilerindeki bütün bilgiyi dikkate almaktadır. Ayrıca, Cusum kontrol grafikleri, küçük süreç kaymalarını belirlemek için birkaç örnekleme bilgiyi birleştirmeleri nedeniyle Shewart grafiklerinden daha üstündür. Bu üstünlük özellikle, $n=1$ örneklem hacminde daha etkilidir. Bu durum, Cusum kontrol grafiklerinin bir örneklem hacminin kullanıldığı kimya endüstrisinde ve her parçanın otomatik olarak ölçüldüğü ürünlerde ve bilgisayarlarla kontrol edilen ürünlerde yaygın olarak kullanılmasını sağlar. Ayrıca, süreç ortalamasından $0,5\sigma$ gibi küçük bir kayma yerine daha büyük bir kayma ($1,5\sigma$ veya 2σ) olması durumunda, Shewart kontrol grafiklerinin daha etkili olacağını hatırlatılmalıdır (Işığışok, 2012: 292). Endüstriyel istatistiksel kalite kontrol literatüründe Cusum grafikleri öznitelik verileri için Ewma kontrol grafiklerinden daha sık önerilmiştir (Woodall, 2006: 91).

Bir X-rastgele değişkeni, μ ortalama ve σ^2 varyans ile normal dağılıma uyduğunda, bu kitleden alınacak örneklem ortalamalarının dağılımının da μ ortalama ve σ^2/n varyans ile normal dağılıma uyacağı bilinir (Baskan, 1997: 273).

Cusum (kümülatif toplam) kontrol grafiği parametreleri;

$S_i = i$ 'nci birikimli değer, $\bar{x}_j = j$ 'inci örneğin aritmetik ortalaması ve k da hedeflenen değer olarak alınırsa,

$$S_i = \sum_{j=1}^i (\bar{x}_j - k) \quad (31)$$

olarak hesaplanır.

Bu değeri, Cusum grafiklerinde kullanmak için Cusum eşitliği,

$$S_i = (x_i - k) + S_{i-1} \quad (32)$$

şekline dönüştürülmektedir.

Çoğu kez, k yerine dağılımın ortalaması \bar{x} alınır (Demir, 2008: 15).

2.3.7.1.2.2. V maskesi prosedürü

Eğer \bar{x}_i 'nin standart sapması $\sigma_{\bar{x}}$ ile gösterilir, α ve β 'nin da kabul edilir bir seviyede tutulması gerektiği düşünülürse,

V maskesi parametreleri,

$$d = \left(\frac{2}{\delta^2}\right) \ln\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right) \quad (33)$$

ve

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta}{2A}\right) \quad (34)$$

eşitliği ile hesaplanır.

δ ise,

$$\delta = \frac{\Delta}{\sigma_{\bar{x}}} \quad (35)$$

Eğer β değeri ihmal edilecek kadar küçük ise, d değeri:

$$d = -2 \frac{\ln\alpha}{\delta^2} \quad (36)$$

şeklinde yeniden düzenlenir.

Eldeki bilgiler ile,

$$\tan\theta = \frac{\Delta}{2A} = \frac{\delta\sigma_{\bar{x}}}{2(2\sigma_{\bar{x}})} = \frac{\delta}{4} \quad (37)$$

şeklinde veya K değerinin örnek aralık başına V maskesi kollarının eğimini vermesi ve A 'nın Cusum ölçüğünde bir örnek aralığına eşit olması nedeniyle,

$$\tan\theta = \frac{K}{A} = \frac{k\sigma_{\bar{x}}}{2\sigma_{\bar{x}}} = \frac{k}{2} \quad (38)$$

şeklinde de yazılabilir. Her iki denklem birbirine eşitlenirse,

$$\frac{k}{2} = \frac{\delta}{4} \Rightarrow k = \frac{\delta}{2} \quad (39)$$

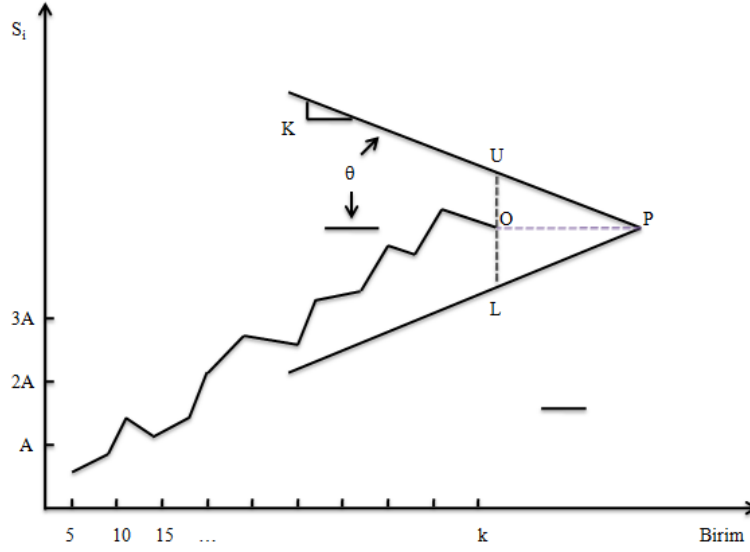
denklemini ve

$$K = k\sigma_{\bar{x}} = \frac{\delta}{2}\sigma_{\bar{x}} = \frac{\Delta}{2} \quad (40)$$

denklemini elde edilir. Diğer bir ifade ile,

$$\tan\theta = \frac{H}{A.d} = \frac{h\sigma_{\bar{x}}}{(2\sigma_{\bar{x}})d} = \frac{h}{2d} \quad (41)$$

şeklinde yazılabilir (Demir, 2008: 16-17).



Şekil 13. V maskesi gösterimi (Oktay, 1994: 75)

Yukarıdaki eşitliklerde:

α = Süreç ortalamasında bir kayma yok iken bir kaymanın olduğuna karar verme ihtimali

β = Gerçekte kayma var iken bunu tespit edememe ihtimali

Δ = Süreç ortalamasında meydana gelen kayma miktarı

A = Bir ölçek faktörüdür ve bu değer yatay eksen üzerindeki 1 birimlik uzunluğa dikey eksen üzerinde karşılık gelen değerdir. A değeri, $\sigma_{\bar{x}}$ ile $2\sigma_{\bar{x}}$ arasında değişir ve bu değer $2\sigma_{\bar{x}}$ olarak alınması tercih edilir.

δ = Araştırılmasına karar verilen süreç seviyesindeki en küçük kayma miktarını
($\Delta = \delta\sigma_{\bar{x}}$)

$\sigma_{\bar{x}}$ ise örnek ortalamaları için standart hatayı ($\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$)

H = Prosedürün karar aralığı, OU ve OL uzunluğudur.

h = Kendisiyle örnek istatistiğinin çarpılması durumunda karar aralığını veren değerdir. $H = (h\sigma_{\bar{x}})$

K = V maskesi kollarının eğimidir.

k = Kendisiyle örnek istatistiğinin çarpılması durumunda V maskesi kollarının eğimini veren değerdir ($K = k\sigma_{\bar{x}}$).

d = OP uzunluğunun değeri

θ = Orta çizgi ile kol arasındaki açıyı verir (Demir, 2008: 17-18).

2.3.7.1.3. Üstel ağırlıklı hareketli ortalama (Ewma) kontrol grafikleri

Basit Ewma kontrol grafikleri yaklaşık olarak Cusum kontrol grafikleri ile eşdeğer etkiye sahiptir. Zaman serileri tahmini için yaygın olarak aynı teknolojiyi kullanmalarına rağmen her ikisi de henüz çok popüler değildir. Bu grafik türü özellikle etkili küçük alt grup büyüklüğünde düzenlenen bireysel grafik türleri için uygundur (Cusum grafiklerinde olduğu gibi) (Trietsch, 1999: 218).

Hareketli ortalama çizelgesi hareketli ortalamanın bir kronolojik çizimidir. Hareketli ortalama hesaplanırken en eski bireysel ölçüm düşülür ve en yeni bireysel ölçüm eklenerek ortalama değer güncelleştirilir. Böylece yeni bir ortalama her bireysel ölçümle hesaplanır. Bu çizelgenin geliştirilmiş ise üstel ağırlıklı hareketli ortalama (Exponentially Weighted Moving Average) çizelgesidir. Bu çizelgede gözlemler en yeni veriye en yüksek ağırlık verilerek ağırlıklandırılır. Hareketli ortalamaların üstel ağırlıklı olarak kullanılması nedeniyle bu çizelgenin hareketli ortalama çizelgesinden üstün olduğu gibi Cusum kontrol çizelgesine eşdeğer olduğu söylenir. Bu her iki hareketli ortalama çizelgesi küçük kaymaların ortaya çıkarılmasında, eğilimlerin

aydınlanmasında ve tek bir parçayı üretmek için uzun zaman alan süreçteki verilerin kullanışlı olmasında etkilidir (Öztürk, 2013: 351).

EWMA kontrol grafikleri, süreç kontrolünün dışında zaman serilerinin analizinde ve tahminlerde sıklıkla kullanılmaktadır. EWMA, tüm geçmişin ve mevcut gözlemin ağırlıklandırılmış ortalaması olarak düşünülebilmektedir. Bu nedenle normallik varsayımına karşı duyarsızdır ve alt örnek hacminin bire eşit olduğu durumlar için de idealdir (Yılmaz, 2012: 22).

Örneklem hacmi n , örneklem ortalamaları \bar{X}_j ($j = 1, 2, 3, \dots, t, \dots, k$) ve $\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_1^k \bar{x}_j}{k}$ olmak üzere t döneminin üstel ağırlıklı hareketli ortalaması

$$Z_t = \lambda \bar{X}_t + (1 - \lambda) Z_{t-1} \quad (42)$$

biçiminde tanımlanır (Trietsch, 1999: 218).

İlk Ewma değeri $t=1$ için $Z_0 = \bar{\bar{x}}$ (Örneklemedeki birimlerin ortalaması)'dır.

Grafiklerin kontrol sınırlarının hesaplanmasında standart sapma kullanılacağından Z_t değerinin standart sapması,

$$\sigma_{Z_t} = \sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)n}} \quad (43)$$

şeklinde elde edilir. Burada yer alan σ 'nın bilinmemesi durumunda,

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{\bar{s}}{c_4} \quad (44)$$

formüllerinden birisi kullanılarak tahmin edilir (Işığışık, 2012: 307-308).

Ana kütle ortalaması ve standart sapması bilinmemesi durumunda kontrol sınırları:

$$\bar{U}KL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \quad (45)$$

$$OÇ = \bar{\bar{x}} \quad (46)$$

$$AKL = \bar{x} - A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \quad (47)$$

Ana kütle ortalaması ve standart sapması bilinmesi durumunda EWMA için $\pm 3\sigma$ kontrol sınırları (Oktay, 1994: 112-121).

$$\dot{ÜKL} = \mu_0 + 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)n}} \quad (48)$$

$$OÇ = \mu_0 \quad (49)$$

$$AKL = \mu_0 - 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)n}} \quad (50)$$

2.3.7.1.3.1. λ ve L parametrelerinin seçimi

Ewma grafikleri bellekli kontrol grafiği grubuna aittir. Üstel yumuşatma parametresinin λ yüksek belirlenmesi önceki örneklerin etkisini düşürecektir (Fleischer vd., 2008: 523). Üstel yumuşatma tahminin $\lambda=1$ olarak belirlendiği zaman Ewma değeri en son gözlem değerine bağlı olacaktır. Yani, Ewma değerinin belirlenmesinde önceki gözlemlerin hiçbir etkisi olmayacaktır. Roberts (1959), Crowder (1987) ve Lucas-Saccucci (1987) ortalama seviyesindeki kaymaların tespitinde, büyük λ değerlerinin büyük çaptaki kaymaları tespitite ve küçük λ değerlerinin süreç seviyesindeki küçük kaymaların tespitinde optimal sonuçları sağladığını göstermişlerdir (Oktay, 1994: 123).

2.3.7.2. Değişken nitelikler için kontrol grafikleri

Değişken verilerde olduğu gibi, özellik verilerin de spesifikasyon veya toleranslarla karşılaştırılması sonucu olarak, uygun olup olmadığı gösterilir. Bu nedenle özellik verileri için genelde “uygun” “uygun değil” nitelikleri kullanılabilir. Fakat olayları daha iyi ifade ettiği için “kusurlu” “kusursuz” ifadelerini kullanmak daha doğru olacaktır. Üretim işlemi sonucunda kaliteyle ilgili özellikler kusurlu olarak ifade ediliyorsa, kalite süresiz değişkenlik gösteren niteliklere sahip olmaktadır. Kusurluluk süresiz değişkenlik gösteren bir özelliktir. Kalite özelliklerinin süresiz değişkenlik gösterdiği durumlarda p ve c kontrol grafiği gibi kontrol grafikleri kullanılır (Özdamar, 2006: 95).

Tablo 5. Uygun kontrol grafiği türü seçimi (Özdamar, 2006: 101)

Veri Türü	Hatanın Tanımı	Örneklem Büyüklüğü	Kullanılacak Grafik
<i>Kesikli Veri</i>	Hata sayısı	Sabit örneklem büyüklüğü	Hata sayısına ilişkin <i>c</i> grafiği
		Değişken örneklem büyüklüğü	Birim başına hata sayısına ilişkin <i>u</i> grafiği
	Hatalı Birim sayısı	Sabit örneklem büyüklüğü, genellikle $n \geq 50$	Hatalı birim sayısına ilişkin <i>np</i> grafiği
		Değişken örneklem büyüklüğü genellikle $n \geq 50$	Hatalı birimler oranına ilişkin <i>p</i> grafiği
<i>Sürekli veri</i>	Örneklem büyüklüğü $n = 1$	Hareketli ortalama grafiği	
	Örneklem büyüklüğü $n < 10$	$\bar{X} - R$ grafiği	
	Örneklem büyüklüğü $n \geq 10$	$\bar{X} - s$ grafiği	

Bu tarz kontrol değişkenleri ölçüm yapılamayan ancak duyu organlarımızla kusurlarını tespit edebileceğimiz kırık, çatlak, renk uyumu vb. gibi değişkenlerdir. Bu değişkenlerin kontrolü içinse 4 tane kontrol grafiği kullanılmaktadır. Bunlardan *p* ve *np* kontrol grafikleri hatalı parça adetlerinin *u* ve *c* grafikleri ise bir parçadaki hata adedinin takip edilmesinde kullanılmaktadır (Akbul, 2010: 28).

Değişken nitelikler için kontrol grafiklerinin önemi aşağıda verilmiştir (Ülen, 2010: 26-27):

- Nitelik tipi veriler herhangi bir teknik veya idari sürecin doğasında mevcuttur. Bu nedenle nitelik analiz teknikleri birçok uygulamada faydalıdır.
- Nitelik tipi veriler daha çok birçok durum için kolaylıkla ulaşılabilecek verilerdir. (muayene, red, malzemelerin ayrılması vb.) Bu gibi durumlarda ek bir veri toplamaksızın eldeki bilgiler kontrol grafiklerinin üzerine geçirilir.
- Yeni veriler gerektiğinde, nitelik bilgilerini toplamak hem çabuk hem de ucuz bir yöntemdir.
- Yönetime sunulacak olan özet raporların çoğu niteliklere bağlı olarak hazırlanır. Bu tür raporlar hem daha açık hem herkes tarafından anlaşılabilir. Genel ve özel nedenleri açıkça görülebilir.
- Kontrol grafikleri kullanılmadan önce, problemlerin öncelik sırası iyi saptanmalıdır. Her problem için kontrol grafiği gerekmebilir. Problem sinyalleri maliyet kontrol sistemi, kullanıcı şikâyetleri, şirket içi sorunlar ya da

diğer nedenlerden kaynaklanabilir. Nitelik kontrol grafikleri spesifik bir problem üzerinde odaklanır ve detay bilgi istenildiğinde kullanılır.

a - Kusurlu oranı (p) Kontrol Grafiği;

Bir ürün hattından kusurlu ürün oranını göstermek için kullanılır. P-grafigi çok esnek bir kontrol yöntemidir. Bu grafik yalnızca bir kalite özelliğini bir grup kalite özelliklerini tüm ürünü kontrol etmekle beraber bir işleme merkezinin, bir atölyenin veya tüm farikanın kontrolü için kullanılabilir (Özdamar, 2006: 96).

b - Kusurlu Sayısı (np) Kontrol Grafiği;

Kusur sayısı (np) kontrol grafiği, bir sürecin üretilen kusurlu birim sayısı bakımından kontrol altında olup olmadığını belirlemek amacıyla kullanılır. p kontrol grafiği ile np kontrol grafiği hemen hemen aynıdır. Fakat p kontrol grafiği örneklem büyüklüğü sabit veya değişken olması durumlarda kullanılırken, np kontrol grafiği örneklem büyüklüğü sabitken kullanılır (Özkale, 2004: 113-114).

c - Kusur Sayısı (c) Kontrol Grafiği;

Kusurlu sayısı kontrol grafiği denir. c; bir alt grupta kontrol edilen parçaların hata sayısıdır. Ürün üzerindeki hataların önemli olduğu, üretimin az olduğu süreçlerde kullanılır (Ülen, 2010: 28).

d - Birim Başına Kusur Sayısı (u) Kontrol Grafiği;

c grafiği bir birimdeki toplam kusurların sayısı ile ilgilenirken u grafiği birim başına ortalama kusur sayısı ile ilgilenir. c grafiğinde örneklem büyüklükleri sabitken (genellikle 1), u grafiğinde örneklem büyüklükleri değişkendir (Özkale, 2004: 119).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SHEWART, CUSUM VE EWMA KONTROL GRAFİKLERİNİ BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULANMASI

Kalite ve günümüz kalite anlayışının geçirdiği evrim ilk bölümde anlatılmıştır. İkinci bölümde ise temel kalite geliştirme araçlarından bahsedilmiştir. Bu bölümde de değişken nicelikler için uygulanabilecek olan Shewart, Cusum ve Ewma kontrol grafikleri çizilecek ve kıyaslanacaktır. Bu amaçla Denizli ilinde faaliyet gösteren bir bakır üretim işletmesinden kalite geliştirmeye yönelik toplanan veriler elde edilmiştir. Önce bakır ve öneminden bahsedilmiştir. Sonra farklı kontrol grafikleri ile üretim sürecinin değerlendirilmesine yer verilecektir. Farklı kontrol grafiği türleri değerlendirmeleri ile üretim sürecine en uygun kontrol grafiği türü belirlenecektir.

3.1. Bakır Madeni

Bakır, insanlık tarihi açısından en önemli metallerin başında gelir. Bakıra tarihte ilk defa Kıbrıs'ta rastlandığından tüm dillerdeki isimlerinin Cyprium kelimesinden türediği tahmin edilmektedir. Tarih öncesi çağlardan biri olan “Bakır Çağı (yaklaşık M.Ö. 5000-3000)” adını bakır metalinden almaktadır. Bakır ve birçok bakır alaşımı tarih boyunca medeniyetlerin kurulumunda ve gelişmesinde çok önemli rol oynamıştır (Akbaş, 2011: 3).

Bakırın tarih boyu önemli kılan özellikleri şunlardır:

- a) Yüksek elektriksel iletkenlik,
- b) Yüksek termal iletkenlik,
- c) Korozyon direnci,
- d) Dekoratif rengi,
- e) Orta derecedeki mukavemet ve
- f) Kolay şekillendirilebilirlik (Altınsoy, 2009: 1).

3.1.1. Türkiye ve Dünya'da Bakır Madeni

Dünya bakır sektörünün en büyük beş şirketi, pazarın yaklaşık %40'ını ellerinde bulundurmaktadır. Bunlardan en büyüğü, sadece Şili'de faaliyet gösteren kamu kuruluşu Codelco'dur (%12,3). Diğerleri ise sırasıyla; ABD menşeli Phelps Dodge (%7,8), Avustralya menşeli BHP Billiton (%7), İngiliz menşeli Rio Tinto (%6,2) ve Meksika kuruluşu Grupo Mexico'dur (%5,5) (Mussina, 2013: 6).

Tablo 6. Dünya bakır tüketiminde ülke payları (2012) (The Chilean Copper Commission, 2013: 12)

Ülke	Tüketim Miktarı (Bin Ton)	Tüketim Oranı (%)
China	8840	0.430
U.S.	1802	0.088
Almanya	1093	0.053
Japonya	991	0.048
Güney Kore	725	0.035
Rusya	676	0.033
İtalya	583	0.028
Brezilya	457	0.022
Tayvan	454	0.022
Hindistan	432	0.021
Meksika	402	0.020
Türkiye	391	0.019
Diğer	3702	0.180
Dünya	20548	1

3.1.1.1. Dünya’da bakır madeni rezervleri

Üretime hazır haldeki dünya bakır rezervi, araştırmalara göre 540 milyon ton civarındadır. (Akkaş, 2011: 12). 2012 yılı itibariyle dünya bakır üretimi miktarı ve ülkelere göre dağılımı Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. Ünelere göre dünya bakır üretiminin dağılımı (2012) (Cantallopts, 2014: 6)

Ülke	Üretim Miktarı (Bin Ton)	Üretim Oranı (%)
Şili	5434	0.32
Çin	1642	0.10
Peru	1299	0.08
ABD	1196	0.07
Avustralya	914	0.05
Zambiya	782	0.05
Rusya	725	0.04
Kongo	608	0.04
Kanada	579	0.03
Meksika	500	0.03
Türkiye	101.7*	0.01
Diğer	3299.3	0.19
Dünya	17080	1

(*Kaynak: <https://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/>)

3.1.1.2. Türkiye’de bakır madeni rezervleri

Cumhuriyet Dönemi’nde 1937 yılına kadar üretim hiç yapılmamıştır. Türkiye’de ilk olarak 1937 yılında Kuvarshan Bakır İşletmesi, 1939 yılında ise Ergani Bakır İşletmesi’nde Etibank tarafından tekrar üretime geçilerek ilk blister bakır üretilmiştir (Kökeş, 2013: 14).

1990’lı yılların sonlarına kadar Etibank tarafından işletilen Türkiye bakır maden yatakları ve işletmeleri özelleştirme süreci ile birçok parçaya bölünerek eski gücünü

yitirmiştir. Devlet tarafından yeterince desteklenemeyen sektör, kamudan boşalan yeri yeterince dolduramamış ve maalesef günümüzde ülkemiz, daha çok bakır ithal eder duruma gelmiştir (Akkaş, 2011: 12).

Türkiye'nin önemli bakır rezervleri Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde bulunmaktadır. Bilinen en önemli bakır yatakları Murgul, Çayeli-Madenköy, Lahanos, Ergani, Siirt-Madenköy, Cerattepe ve Küre'dir. Türkiye görünür bakır rezervi, 2000 yılı itibariyle bakır metali içeriği olarak 1.697.204 tondur (Kökeş, 2013: 14).

3.1.2. Bakır Madeni Üretim Metotları

Bakır üretiminde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin seçilimi, kullanılan cevherin özelliklerine göre farklılık gösterir. Pirometalurjik yöntemler, sülfürlü, oksitli ve de nabit bakır cevherleri için kullanılabilirken, düşük tenörlü oksitli bakır cevherleri için hidrometalurjik süreçler tercih edilir. Bunların dışında, elektrometalurji metodları, genelde bütün yöntemlerin son kademesi olarak kullanılır. Böylece, elde edilen ürün katot bakırdır ve yüksek safiyettedir. (Akkaş, 2011: 12).

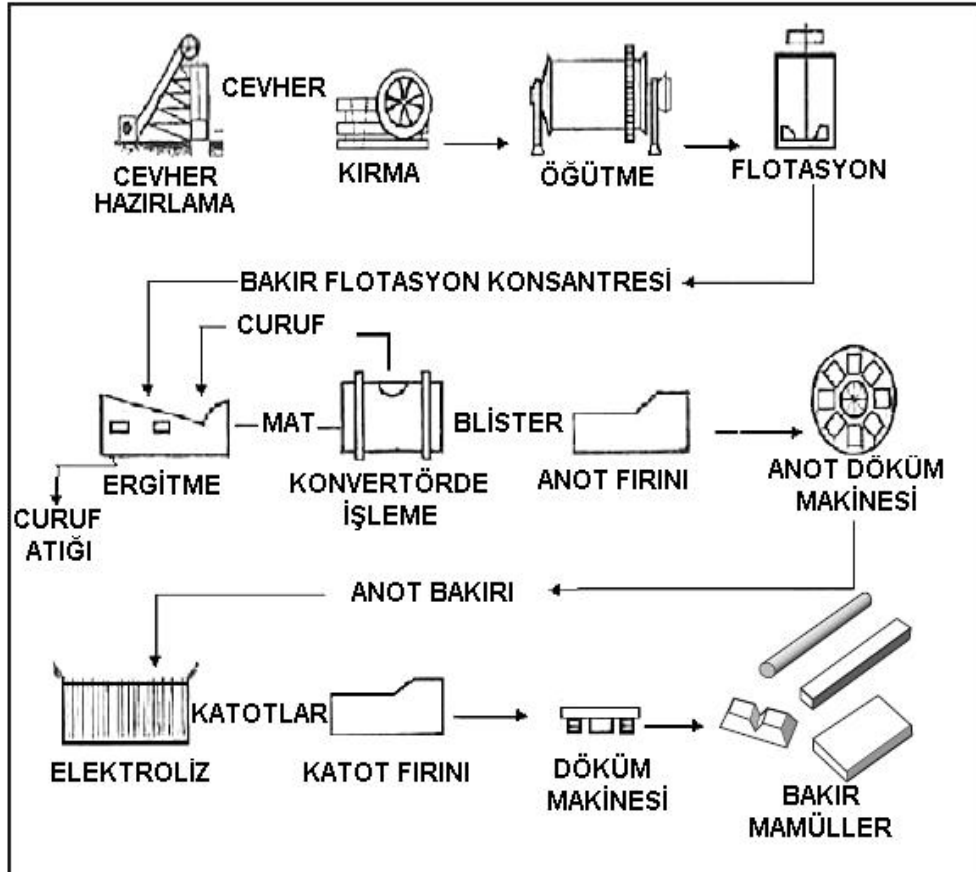
Pirometalurjik metoda kuru metalürji de denir. Bu metotta metal sıcakta veya ısı etkisiyle sıvı hale getirilerek üretilir. Hidrometalurji veya yaş metalürji metodu, sulu çözeltilerden metali uygun ortamlarda elde etme metodudur. Uygun ortam asit, baz veya tuz olabilir. Metal bu ortamlarda çözüldükten sonra, metalin kendisi veya bileşimleri halinde çeşitli yollarla ayrılırlar. Elektrometalurjik metot elektrotermik ve elektrokimyasal metot olarak ayrılır. Elektrotermik yolda elektrik enerjisi ısı enerjisine dönüşür; ve reaksiyon için lüzumlu sıcaklığı temin eder (Mussina, 2013: 14).

3.1.2.1. Bakır mamulleri üretim süreci

Birincil bakır üretimi bakır içeren cevherlerin çıkarılmasıyla başlar. 3 temel bakır madenciliği yöntemi vardır; açık maden işletmeciliği, yer altı madenciliği ve liç yöntemi. Açık maden işletmeciliği yöntemi dünyada en yaygın bakır madenciliği türüdür (Akbaş, 2011: 5).

Dünya üzerindeki birincil bakır kaynaklarının yaklaşık % 80'i, düşük tenörlü sülfürlü cevherlerden oluşmaktadır. Bu cevherler, genellikle aşağıda belirtilen adımlar takip edilerek işlenmektedir (Ekiz, 2009: 3).

- Konsantre elde etmek amacıyla flotasyon işleminin gerçekleştirilmesi
- Tercihen kısmi kavurma işlemi uygulanarak oksitlenmiş malzeme ya da kalsinenin elde edilmesi
- İki basamaklı pirometalurjik işlemin uygulanması
 - a. Konsantrenin mat fazına dönüştürülmesi
 - b. Matın oksidasyon reaksiyonları ile blister bakıra dönüştürülmesi
- Blister bakırın iki adımda rafinasyonunun gerçekleştirilmesi
 - a. Pirometalurjik yöntemler ile bakır eldesi (Ateşte rafinasyon)
 - b. Elektrometalurjik yöntemler ile yüksek saflıkta elektrolitik bakır eldesi (Elektrolitik rafinasyon)



Şekil 14. Bakır üretim yöntemlerinin şematik gösterilişi (Akbaş, 2011: 6)

3.1.3. Bakır Madeni Kullanım Alanları

Bakırın en temel kullanım alanları; elektrik ve ısı üretim, iletim endüstrisi, elektronik ve iletişim sektörleri, inşaat sektörü, ulaşım sektörü, makina-teçhizat imalat sanayidir. Ayrıca alaşımları çok çeşitli olup endüstride (otomotiv, basınçlı sistemler, borular vd.) değişik amaçlı kullanılmaktadır (Mussina, 2013: 5).

Bakırın yerine kullanılabilen ürünler ise, alüminyum (otomobil radyatörleri ve elektrik aletleri yapımında bakır yerine), fiber optikler (haberleşme malzemesinde bakır tel yerine), plastik borular (inşaat sektöründe bakır borular yerine) ve özel durumlarda bazı metalik alaşımları sıralayabiliriz (Uçar, 2010: 46).

3.2. Bakır Mamulleri Üretim İşletmesi

Bu çalışmada Denizli ilinde 1980'li yıllardan itibaren faaliyet göstermekte olan günümüzde ulusal ve uluslararası alanda öneme sahip bir bakır işletmesi ele alınmıştır. Bakır işletmesi çağdaş yönetim sistemlerini uygulayarak, dünyadaki bakır iletken kullanan sektörlerle kaliteli ürün ve hizmetler sunarak paydaşları için değer yaratmayı hedeflemektedir ve bu amaçla, Dünya'nın herhangi bir yerinde o bölgenin şartlarına uygun; pazarlama, satış ve üretim yapabilen; müşteri odaklı; çalışanlarına uygun motivasyon kaynaklarını kullanarak işi sahiplendiren; hissedarları için makul sermaye getirisi, Toplum için, katma değer temin edebilen; çevreye ve insana saygılı, karşılıklı çıkarları gözeterek işbirlikleri kurabilen; yarının ne olacağını beklemeden, ona şekil vermeyi göze almış bir şirkettir.

Firma her yönüyle müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılayacak ürünlerin tasarlanması ve sunulması sorumluluğu ile kalite, girdilerden başlayarak üretimin her aşamasında güvence altına alınmakta ve satış sonrası hizmet olarak da devam etmektedir. Müşteri ihtiyaçlarını ve beklentilerini doğru bir şekilde anlamayı, bu beklenti ve ihtiyaçları sürekli olarak aynı kalitede sunmayı kendisine hedef olarak benimsemiştir. Kalite politikasında temel değer insandır.

Kalitenin garanti altına alınması için ISO 9001 ve ISO/TS 16949 gibi kalite güvencesi yönetim sistemlerini uygulamakta, ürün ve hizmette kalitenin yanı sıra yönetimin bir bütün olarak kalitesini ve etkinliğini artırmak amacıyla Toplam Kalite Yönetimi uygulamalarını kendisine ilke edinmiştir. Paydaşlarının istek ve beklentileri doğrultusunda, yapılan faaliyetlerde çevrenin korunması ve çalışanlara güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak için ISO 14001 "Çevre Yönetim Sistemi" ve OHSAS 18001 "Çalışan Sağlığı - İş Güvenliği Yönetim Sistemi" kurulmuş ve uygulanmaktadır.

Seçilen firma müşteri isteklerine göre 400'den fazla bakır mamulü üretmektedir. Üretim işletmesinin bakır mamulleri üretirken kullandığı hammaddeler: katot bakır, blister bakır, geri dönen malzeme, kalay külçe, nikel pelet'dir.

Çalışma kapsamına alınan üretim işletmesi bakır mamulleri;

- Filmaşın
- Tek Teller
 - Çıplak Tekli Bakır Tel
 - Kalay Kaplı Tekli Bakır Tel
 - Nikel Kaplı Tekli Bakır Tel
- Çoklu Teller
- Bükülü Teller
- Bobin

Üretim işletmesinde üretim süreci, bakırın endüstride teknolojik kullanımı için en belirgin özelliklerinden olan elektrik iletkenliği için elektrometalurjik ve pirometalurjik yöntemlerle işlenmektedir. Rafinasyon klasik olarak bilinen yöntemlerle yapılmaktadır. Yerli ve ithal kaynaklardan sağlanan blister bakır ve uygun hurda bakır Thomas fırınında ergitilmektedir. Ergitme işlemi sırasında çevre dostu bir yakıt olan LNG kullanılmaktadır. Anot kalıplara dökülen sıvı bakır katılaştığında elektroliz havuzlarına yüklemeyi uygun şekli almaktadır. İşletmedeki üretim kademelerinde ortaya çıkan elektrolit bakır hurdaların rafinasyon tesisinde yeniden değerlendiriliyor olması bakırın geri kazanılabilirlik özelliği bakımından da üstünlüğünü göstermektedir.

Ele alınan bakır işletmesi üretim basamakları;

- Rafinasyon
- Sürekli Döküm
- Çekme
- Kaplama
- Bükme

Firmanın kalite politikası gereği isminin ifşa edilmemesi istenilmiştir. Bu nedenle firmanın diğer firmalardan ayırt edilmesini sağlayacak bilgiler verilmesinden kaçınılmıştır.

3.2.1. Kontrolü Yapılacak Değişken; Direnç Miktarı

Uygulamanın konusu bakır mamulü bobin, elektronik devrelerde manyetik alan oluşturarak akım üzerinde değişiklik yapılmak amacıyla kullanılmaktadır. İstenilen özelliklerde sipariş isteğine göre üretilen bakır bobinler elektrik akımına karşı kullanılan

hammadde veya işleme süreci değişkenliklerinden dolayı farklı direnç değerlerine sahip olabilmektedir. Bobinlerin elektronik devrelerin hammaddesi olarak kullanılması nedeniyle direnç değerlerinin farklılığının kontrol altında olması hedeflenmektedir.

Üretilen bobin ürünlerinin kullanıldığı alanlara: enerji santralleri, uzay endüstrisi, sağlık hizmetlerinde kullanılan araç ve gereçler veya ulaştırma endüstrisinde kullanılan araç ve gereçler gibi elektronik aksama sahip ürünler örnek gösterilebilir.

Denizli ilinde faaliyet gösteren bakırın iletkenlik özelliğinin önemi açısından üretim işletmesine konu olan firmadan alınan veriler kalite çalışmalarında kullanılmak üzere kayıt altına alınmaktadır. İncelenen bobin ürününe ilişkin veriler firmanın kalite bölümünden elde edilmiştir. Bobin ürününe ait yıllık siparişlerdeki ölçülen direnç miktarları baz alınmıştır. Yılda 50 defa sipariş alınmış ve 10000 ürün teslim edilmiştir. Her örneğe ait 5 ürün ölçümünden oluşan 250 birimlik örneklem direnç miktarları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. 5 Ürüne ait 50 örnek grubuna sahip örneklem ölçüm değerleri

Örneklem Numarası	1. Ürün Direnci (Ohm)	2. Ürün Direnci (Ohm)	3. Ürün Direnci (Ohm)	4. Ürün Direnci (Ohm)	5. Ürün Direnci (Ohm)
1	15.220	15.219	15.124	15.200	15.166
2	15.220	15.200	15.141	15.211	15.146
3	15.257	15.210	15.137	15.220	15.176
4	15.225	15.200	15.143	15.264	15.144
5	15.250	15.226	15.152	15.174	15.155
6	15.236	15.210	15.122	15.143	15.165
7	15.258	15.222	15.079	15.235	15.140
8	15.220	15.215	15.114	15.187	15.140
9	15.230	15.217	15.100	15.284	15.200
10	15.228	15.280	15.097	15.270	15.196
11	15.232	15.254	15.103	15.138	15.205
12	15.253	15.219	15.112	15.131	15.223
13	15.242	15.267	15.099	15.098	15.193
14	15.272	15.211	15.117	15.153	15.203
15	15.219	15.204	15.073	15.157	15.192
16	15.105	15.171	15.180	15.197	15.221
17	15.092	15.195	15.173	15.162	15.194
18	15.090	15.202	15.190	15.181	15.158
19	15.275	15.191	15.191	15.189	15.120
20	15.253	15.220	15.200	15.151	15.174
21	15.260	15.197	15.203	15.130	15.189
22	15.186	15.185	15.219	15.145	15.186
23	15.227	15.210	15.118	15.177	15.140
24	15.277	15.197	15.131	15.154	15.220
25	15.217	15.217	15.206	15.151	15.150
26	15.259	15.213	15.232	15.145	15.187
27	15.270	15.136	15.200	15.197	15.178
28	15.298	15.160	15.200	15.211	15.196

29	15.220	15.195	15.216	15.206	15.174
30	15.206	15.171	15.236	15.255	15.184
31	15.187	15.171	15.263	15.203	15.180
32	15.240	15.227	15.134	15.166	15.280
33	15.260	15.204	15.203	15.193	15.120
34	15.250	15.236	15.207	15.160	15.138
35	15.232	15.107	15.228	15.213	15.207
36	15.242	15.067	15.198	15.182	15.240
37	15.207	15.006	15.261	15.222	15.285
38	15.220	15.023	15.226	15.191	15.201
39	15.214	15.010	15.216	15.212	15.212
40	15.144	15.080	15.155	15.227	15.185
41	15.147	15.101	15.163	15.219	15.199
42	15.147	15.077	15.120	15.183	15.199
43	15.160	15.068	15.152	15.202	15.199
44	15.193	15.112	15.130	15.113	15.185
45	15.242	15.134	15.012	15.107	15.169
46	15.233	15.121	15.189	15.140	15.152
47	15.240	15.113	15.226	15.190	15.212
48	15.168	15.137	15.220	15.182	15.181
49	15.167	15.103	15.214	15.140	15.212
50	15.219	15.124	15.211	15.179	15.182

3.3. Uygulamanın Amacı ve Yöntemi

3.3.1. Uygulamanın Amacı

Uygulama kapsamına alınan bakır üretim işletmesinden elde edinilen bilgiler ışığında bobin üretim sürecindeki değişkenliğin azaltılması hedeflenmiştir. TKY içerisinde yer alan istatistiksel kalite kontrol araçlarından kontrol grafikleri kullanılarak üretim süreci değişkenliğinin azaltılması ve maksimum faydayı sağlayacak kontrol grafiği seçim önerisinde bulunulması amaçlanmıştır.

Kalite düzeyinin arttırılmasına yönelik hazırlanan bu çalışma işletme açısından hedeflenen kalite düzeyinin arttırılmasına yardımcı olacaktır. Farklı kontrol grafiği türleri kıyaslanarak hem literatüre hem de uygulamalara yönelik yapılacak çalışmalara örnek teşkil edebilecektir.

3.3.2. Uygulamanın Yöntemi

Uygulama aşamasında teorik bilgiler ve basit (tekli) örnekleme planı ile belirli zaman aralıklarında elde edinilen veriler birleştirilerek, farklı kontrol grafiği yöntemleri kıyaslanmıştır ve işletme açısından kalite düzeyinin arttırılması amacıyla öneriler sunulmuştur. Araştırmanın uygulama kısmında kalite kontrol grafiği çizmek için veriler Microsoft Excel 2007 programında hazırlanmıştır. Hazırlanan verilerin WinQSB

Version 1.0 programına girişi yapılmış ve literatürde en çok kullanılan Shewart, Cusum ve Ewma kontrol grafikleri çizilmiştir.

3.4. Ortalamalar İçin Kontrol Grafikleri

Uygulama kapsamına alınan bobin mamulüne ilişkin direnç miktarları farklı türdeki kalite kontrol grafikleri ve farklı değerlendirme yöntemleri ile incelenmiştir.

3.4.1. Shewart Kontrol Grafiği Uygulaması

Seçilen örneklemlere ilişkin standart Shewart kontrol grafiği uygulaması ortalamalar, değişim aralığı değerleri ve standart sapma değerleri ile birlikte hesaplanmıştır ve Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Örnekleme ortalama, değişim aralığı ve standart sapma değerleri

Örnekleme Numarası	\bar{x} Değerleri	R Değerleri	$\sigma_{\bar{x}}$ Değerleri
1	15.186	0.096	0.0409
2	15.184	0.079	0.0373
3	15.200	0.120	0.0455
4	15.195	0.121	0.0524
5	15.191	0.098	0.0442
6	15.175	0.114	0.0471
7	15.187	0.179	0.0749
8	15.175	0.106	0.0467
9	15.206	0.184	0.0672
10	15.214	0.183	0.0737
11	15.186	0.151	0.0638
12	15.188	0.141	0.0621
13	15.180	0.169	0.0788
14	15.191	0.155	0.0592
15	15.169	0.146	0.0583
16	15.175	0.116	0.0434
17	15.163	0.103	0.0422
18	15.164	0.112	0.0445
19	15.193	0.155	0.0549
20	15.200	0.102	0.0396
21	15.196	0.130	0.0462
22	15.184	0.074	0.0262
23	15.174	0.109	0.0458
24	15.196	0.146	0.0573
25	15.188	0.067	0.0347
26	15.207	0.114	0.0436
27	15.196	0.134	0.0485
28	15.213	0.138	0.0512
29	15.202	0.046	0.0185
30	15.210	0.084	0.0350
31	15.201	0.092	0.0367
32	15.209	0.146	0.0587
33	15.196	0.140	0.0500
34	15.198	0.112	0.0481
35	15.197	0.125	0.0516
36	15.186	0.175	0.0714

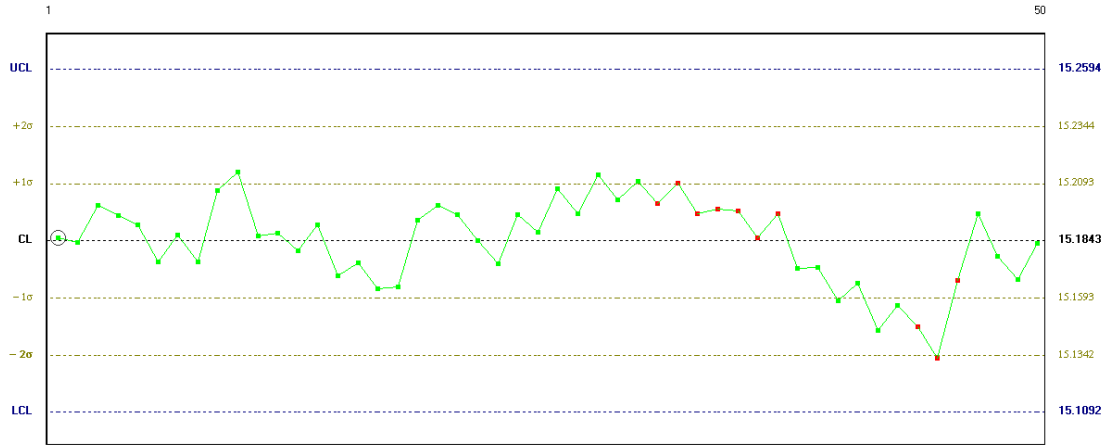
37	15.196	0.279	0.1107
38	15.172	0.203	0.0846
39	15.173	0.206	0.0910
40	15.158	0.147	0.0543
41	15.166	0.118	0.0461
42	15.145	0.122	0.0490
43	15.156	0.134	0.0542
44	15.147	0.081	0.0395
45	15.133	0.230	0.0844
46	15.167	0.112	0.0445
47	15.196	0.127	0.0500
48	15.178	0.083	0.0299
49	15.167	0.111	0.0476
50	15.183	0.095	0.0373

Anakütle ortalaması ve standart sapması bilinmediği için ve Ek-1 nolu tablo yardımı ile $A_2=0,577$ olarak alındığı zaman \bar{x} kontrol grafiği parametreleri;

$$\text{Orta Çizgi} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{759.215}{50} = 15.1843$$

$$\text{Üst Kontrol Limiti} = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R} = \bar{\bar{x}} + A_1\bar{s} = 15.1843 + 0.577 * 0.13 = 15.2594$$

$$\text{AKL} = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R} = \bar{\bar{x}} - A_1\bar{s} = 15.1843 - 0.577 * 0.13 = 15.1092$$



Şekil 15. Ortalamalar için standart Shewart kontrol grafiği

Seçilen 50 örnekleme ait Shewart kontrol grafiği standart kullanım yöntemi ile hesaplanmıştır. Kontrol limitleri hesaplanırken 3 standart sapmalık ayrılıklar dikkate alınmıştır. Cusum ve Ewma kontrol grafiklerinde farklı standart sapmalık ayrılıklar dikkate alınması nedeniyle 1 ve 2 sapmalık ayrılıklar da Şekil 15'de gösterilmiştir.

Gösterilen kontrol grafiği sonucu olarak üretim sürecinin kontrol altında olduğu gözlemlenmiştir. 50 örneklem değeriinden hiçbirinin üst ve alt kontrol limitleri dışında olmadığı gösterilmiştir.

3.4.2. Cusum Kontrol Grafiği Uygulaması

Cusum (kümülatif toplam) kontrol grafiği parametreleri; $S_i = i$ 'nci birikimli değeri, $\bar{x}_j = j$ 'inci örneğin aritmetik ortalaması ve \bar{x} da örneklem ortalaması olarak alınır;

$$S_i = \sum_{j=1}^i (\bar{x}_j - \bar{x}) \quad \text{ve} \quad S_i = (x_i - k) + S_{i-1}$$

eşitlikleri yardımı ile S_i değeri hesaplanır.

$$S_1 = \sum_{j=1}^1 (15.1858 - 15.1843) = 0.0015$$

$$S_2 = (15.1836 - 15.1843) + 0.0015 = 0.0008$$

$$S_3 = (15.2000 - 15.1843) + 0.0008 = 0.0164$$

·
·
·

$$S_{50} = (15.1830 - 15.1843) + 0.0000 = -0.0013$$

Cusum kontrol grafiği için hesaplanan örneklere ait ortalama değeri, örneklem ortalamasından sapmalar ve örneklem ortalamasından sapmaların birikimli değeri Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Cusum kontrol grafiği için hesaplanan değeri

Örneklem Numarası	x_i	$x_i - \bar{x}$	S_i
1	15.1858	0.0015	0.0015
2	15.1836	-0.0007	0.0008
3	15.2000	0.0157	0.0164
4	15.1952	0.0109	0.0273
5	15.1914	0.0071	0.0344
6	15.1752	-0.0091	0.0253
7	15.1868	0.0025	0.0278
8	15.1752	-0.0091	0.0187
9	15.2062	0.0219	0.0405
10	15.2142	0.0299	0.0704
11	15.1864	0.0021	0.0725
12	15.1876	0.0033	0.0758
13	15.1798	-0.0045	0.0713

14	15.1912	0.0069	0.0781
15	15.1690	-0.0153	0.0628
16	15.1748	-0.0095	0.0533
17	15.1632	-0.0211	0.0322
18	15.1642	-0.0201	0.0121
19	15.1932	0.0089	0.0210
20	15.1996	0.0153	0.0362
21	15.1958	0.0115	0.0477
22	15.1842	-0.0001	0.0476
23	15.1744	-0.0099	0.0377
24	15.1958	0.0115	0.0492
25	15.1882	0.0039	0.0530
26	15.2072	0.0229	0.0759
27	15.1962	0.0119	0.0878
28	15.2130	0.0287	0.1165
29	15.2022	0.0179	0.1344
30	15.2104	0.0261	0.1604
31	15.2008	0.0165	0.1769
32	15.2094	0.0251	0.2020
33	15.1960	0.0117	0.2137
34	15.1982	0.0139	0.2276
35	15.1974	0.0131	0.2407
36	15.1858	0.0015	0.2421
37	15.1962	0.0119	0.2540
38	15.1722	-0.0121	0.2419
39	15.1728	-0.0115	0.2304
40	15.1582	-0.0261	0.2043
41	15.1658	-0.0185	0.1857
42	15.1452	-0.0391	0.1466
43	15.1562	-0.0281	0.1185
44	15.1466	-0.0377	0.0808
45	15.1328	-0.0515	0.0293
46	15.1670	-0.0173	0.0120
47	15.1962	0.0119	0.0238
48	15.1776	-0.0067	0.0171
49	15.1672	-0.0171	0.0000
50	15.1830	-0.0013	-0.0013

Eğer \bar{x}_i 'nin standart sapması $\sigma_{\bar{x}}$ ile gösterilir, literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi $\alpha=0,01$ ve $\beta=0$ olarak kabul edilir bir seviyede tutulursa, Ek-1 nolu tablo yardımı ile $d_2=2,326$ olarak alınır ve V maskesi kollarının eğimini veren değer yani standart ayrılışları dikkate alan $k=1$ olarak alınırsa V maskesi parametreleri;

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.2540}{2.326} = 0.1092$$

$$\Delta = k\sigma = \sigma = 0.1092$$

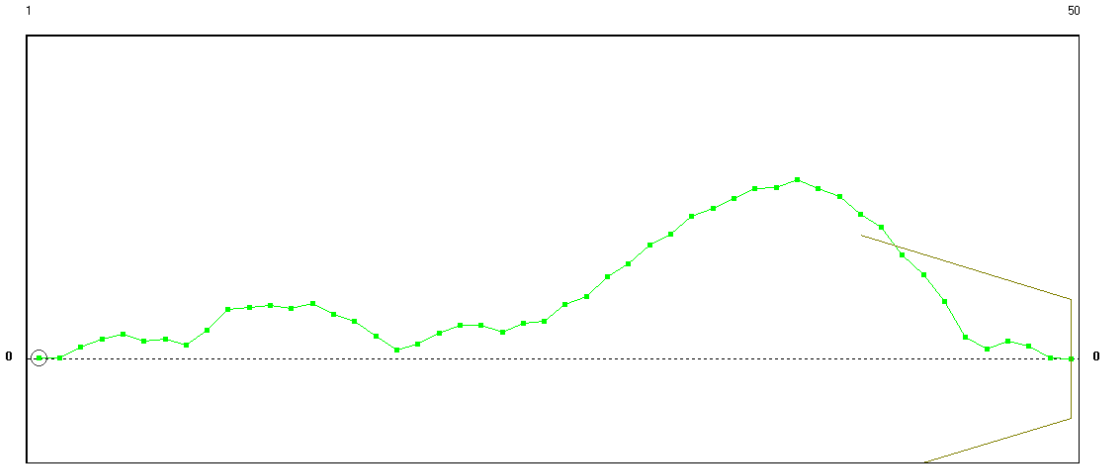
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} = \frac{0.1092}{\sqrt{50-1}} = 0.0363$$

$$\delta^2 = \left(\frac{\Delta}{\sigma_{\bar{x}}}\right)^2 = \left(\frac{0.1092}{0.0363}\right)^2 = 49$$

$$d = -2 \frac{\ln \alpha}{\delta^2} = -2 \frac{\ln 0.01}{49} = 0.188$$

$$A = 2\sigma_{\bar{x}} = 2 * 0.0363 = 0.0726$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta}{2A}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{0.1092}{2 * 0.0726}\right) = 36.9468^\circ$$



Şekil 16. Ortalamalar için standart Cusum kontrol grafiği

Uygulama kapsamında değerlendirilen 50 örnekleme ait Cusum kontrol grafiği literatürdeki yaygın kullanım yöntemi ile hesaplanmıştır. V maskesi hesaplanırken 1 standart sapmalı ayrılışlar dikkate alınmıştır ve Şekil 16'da ortalamalar için standart Cusum kontrol grafiği gösterilmiştir.

Hesaplamalar ve grafik sonucunda Cusum kontrol grafiğine göre üretim süreci kontrol altında olduğu gözlemlenmiştir. Cusum kontrol grafiğine uygulanan V maskesi sonucu örneklem değerlerinden üst ve alt kontrol limitlerinin dışında olmadığı görülmüştür.

3.4.3. Ewma Kontrol Grafiği Uygulaması

Örnekleme hacmi n , örneklem ortalamaları \bar{X}_j ($j = 1, 2, 3, \dots, t, \dots, k$) olmak üzere t döneminin üstel ağırlıklı hareketli ortalama değerleri, benzer çalışmalardaki önceki örnekleri ağırlıklandırma katsayısı $\lambda = 0,5$ olarak alınır;

(İlk Ewma değeri t=1 için $Z_0 = \bar{x}$ 'dir.)

$$Z_t = \lambda \bar{X}_t + (1 - \lambda) * Z_{t-1}$$

$$Z_1 = 0.5 * 15.186 + 0.5 * 15.1843 = 15.1850$$

$$Z_2 = 0.5 * 15.184 + 0.5 * 15.1850 = 15.1843$$

$$Z_3 = 0.5 * 15.200 + 0.5 * 15.1843 = 15.1922$$

·
·
·

$$Z_{50} = 0.5 * 15.183 + 0.5 * 15.1718 = 15.1774$$

Ewma kontrol grafiği için hesaplanan ortalamalar ve Z değerleri Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Ewma kontrol grafiği için hesaplanan değerler

Örneklem Numarası	\bar{x}_i Değerleri	Z_i Değerleri
1	15.186	15.1850
2	15.184	15.1843
3	15.200	15.1922
4	15.195	15.1937
5	15.191	15.1925
6	15.175	15.1839
7	15.187	15.1853
8	15.175	15.1803
9	15.206	15.1932
10	15.214	15.2037
11	15.186	15.1951
12	15.188	15.1913
13	15.180	15.1856
14	15.191	15.1884
15	15.169	15.1787
16	15.175	15.1767
17	15.163	15.1700
18	15.164	15.1671
19	15.193	15.1801
20	15.200	15.1899
21	15.196	15.1928
22	15.184	15.1885
23	15.174	15.1815
24	15.196	15.1886
25	15.188	15.1884
26	15.207	15.1978
27	15.196	15.1970
28	15.213	15.2050
29	15.202	15.2036
30	15.210	15.2070

31	15.201	15.2039
32	15.209	15.2067
33	15.196	15.2013
34	15.198	15.1998
35	15.197	15.1986
36	15.186	15.1922
37	15.196	15.1942
38	15.172	15.1832
39	15.173	15.1780
40	15.158	15.1681
41	15.166	15.1669
42	15.145	15.1561
43	15.156	15.1561
44	15.147	15.1514
45	15.133	15.1421
46	15.167	15.1545
47	15.196	15.1754
48	15.178	15.1765
49	15.167	15.1718
50	15.183	15.1774

Grafiklerin kontrol sınırlarının hesaplanmasında standart sapma kullanılacağından Z_t değerinin standart sapması

$$\bar{s} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,0814}{2,326} = 0.035$$

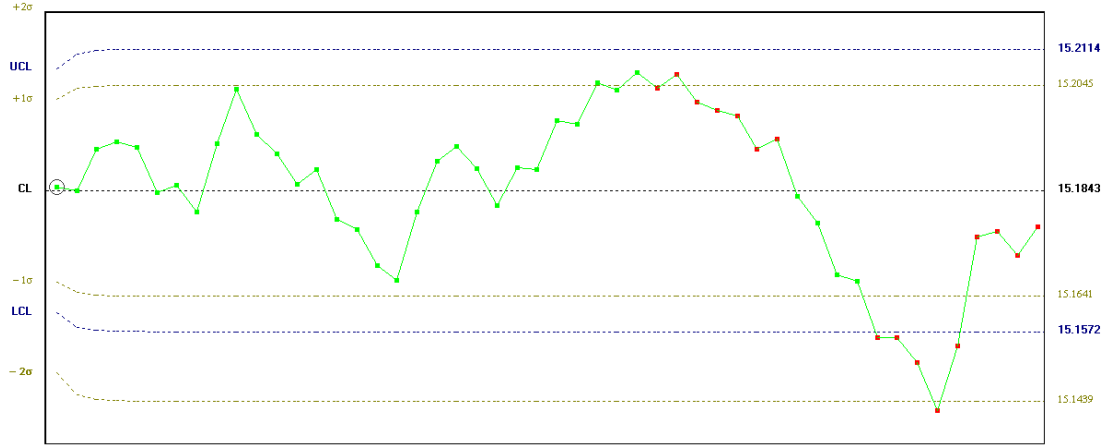
$$\sigma_{z_t} = \bar{s} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)n}} = 0.035 \sqrt{\frac{0.5}{(2-0.5)50}} = 0.0029$$

Ana kütle ortalamasının ve standart sapmasının bilinmemesi durumunda kontrol sınırları:

$$\text{ÜKL} = \bar{x} + A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} = 15.1843 + 0.577 * 0.0814 \sqrt{\frac{0.5}{(2-0.5)}} = 15.2114$$

$$OÇ = \bar{x} = 15.1843$$

$$\text{AKL} = \bar{x} - A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} = 15.1843 - 0.577 * 0.0814 \sqrt{\frac{0.5}{(2-0.5)}} = 15.1572$$



Şekil 17. Ortalamalar için standart Ewma kontrol grafiği

Ortalamalar için hesaplanan Ewma kontrol grafiği yaygın kullanım yöntemi ile hesaplanmıştır. Üst ve alt kontrol limitleri hesaplanırken 1.5 standart sapmalık ayrılıklar kullanılmıştır ve ortalamalar için Ewma kontrol grafiği Şekil 17'de gösterilmiştir.

Şekilde gösterilen Ewma kontrol grafiği sonucu üretim sürecinin kontrol altında olmadığı görülmüştür. Örnekleme 42 ve 46 arasındaki değerlerin alt kontrol limiti sınırını aştığı ve süreci düzeltici tedbirlerin alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

3.4.4. Ortalamalar İçin Kontrol Grafiklerinin Karşılaştırılması

Uygulamada gösterilen kontrol grafiği türleri genel kabul görmüş kullanım yöntemleri ile hesaplanmıştır. Ancak kontrol grafikleri arasında kıyaslama yapılabilmesi için ortak koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle kontrol grafikleri aynı standart sapmalık ayrılıklar dikkate alınarak tekrar çizilecektir. Bu sayede grafiklerin karşılaştırılması daha doğru ve kıyaslama yapılması için daha uygun koşullar sağlanmış olacaktır.

Ortak kıyaslanmanın yapılabilmesi için kontrol grafiği türleri için ortak bir standart sapmanın belirlenmesi gerekmektedir. Kullanım kolaylığı ve süreci daha iyi olarak değerlendiren Cusum kontrol grafiklerinde kullanılan 1 standart sapmalık ayrılıklar dikkate alınacaktır. Shewart kontrol grafiklerinde ele alınan 3 standart sapmalık ayrılıklar 1 standart sapma olarak değerlendirilecektir ve Ewma kontrol grafiklerinde de 1.5 olarak değerlendirilen 1.5 standart sapmalık ayrılıklar 1 standart sapma olarak değerlendirilecektir.

- **Shewart Kontrol Grafiği Uygulaması**

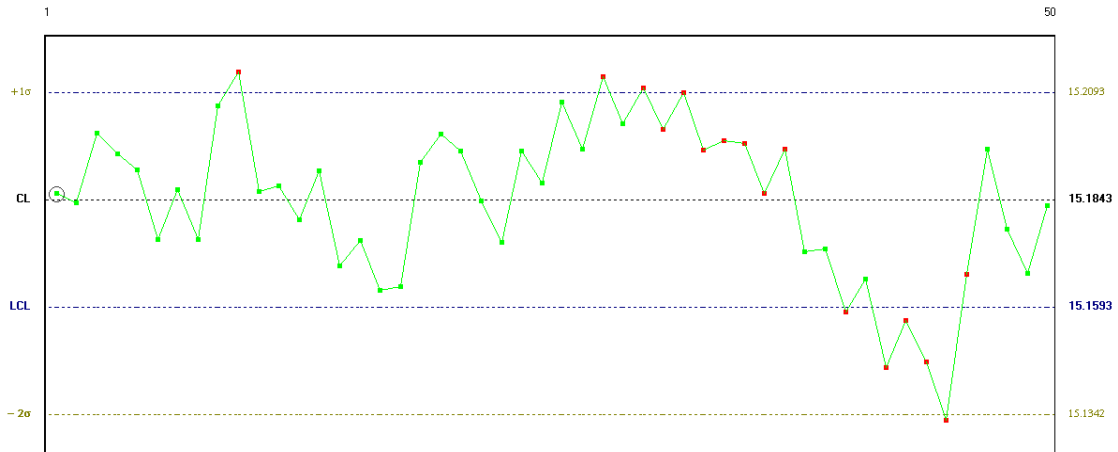
Örnekleme ait ortalamalar, değişim aralığı değerleri ve standart sapma değerleri Microsoft Excel yardımı ile hesaplanmış ve Tablo 11'de gösterilmiştir.

Ana kütleye ait ortalama ve standart sapma bilinmemesi nedeniyle ortalamalar için kontrol grafiği parametreleri 1 standart sapmalık ayrılışlar için yeniden düzenlenmiştir. Kontrol sınırları standart Shewart kontrol grafiğinde 3 standart sapma ile hesaplandığı için kontrol sınırlarının değişkeni (1/3) ile çarpılarak 1 standart sapmalık ayrılışlar hesaplanmış ve aşağıda gösterilmiştir:

$$\text{Orta Çizgi} = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{k} = \frac{759.215}{50} = 15.1843$$

$$\begin{aligned} \text{Üst Kontrol Limiti} &= \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \times \left(\frac{1}{3}\right) = \bar{\bar{x}} + A_1 \bar{s} \times \left(\frac{1}{3}\right) \\ &= 15.1843 + 0.577 * 0.13 \times \left(\frac{1}{3}\right) = 15.2093 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alt Kontrol Limiti} &= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \times \left(\frac{1}{3}\right) = \bar{\bar{x}} - A_1 \bar{s} \times \left(\frac{1}{3}\right) \\ &= 15.1843 - 0.577 * 0.13 \times \left(\frac{1}{3}\right) = 15.1593 \end{aligned}$$



Şekil 18. Ortalamalar için Shewart kontrol grafiği

Kıyaslamaların yapılabilmesi için oluşturan 1 standart sapmalık ayrılışlara sahip Shewart kontrol grafiği Şekil 18'de gösterilmiştir. Yeni hesaplamalar sonucu sürecin kontrol altında olmadığı sonucuna varılmıştır. 10, 28, 30 ve 32 numaralı örneklemlerin

üst kontrol limitini ve 40, 42, 43, 44, 45 numaralı örneklerin de alt kontrol limitini aştığı görülmüştür. Böylece sürecin ciddi sorunlara işaret ettiği hem alt hem de üst sınırların aşıldığı değişkenliğin çok fazla arttığı müdahale edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

- **Cusum Kontrol Grafiği Uygulaması**

Cusum kontrol grafiği parametrelerinde 1 standart sapmalık ayrılıklar dikkate alındığı ve dolayısıyla herhangi bir değişiklik yapılmadığı için Cusum kontrol grafiği Şekil 16'daki gibidir.

Örnekleme ait Cusum kontrol grafiği sonucuna göre sürecin kontrol altında olduğu görülmüştür.

- **Ewma Kontrol Grafiği Uygulaması**

Ortak standart sapmalar için hazırlanan Ewma kontrol grafiği parametreleri, örneklem hacmi n , örneklem ortalamaları \bar{X}_j ($j = 1, 2, 3, \dots, t, \dots, k$) olmak üzere t döneminin üstel ağırlıklı hareketli ortalama değerleri;

(İlk Ewma değeri $t=1$ için $Z_0 = \bar{x}$ 'dir.)

$$Z_t = \lambda \bar{X}_t + (1 - \lambda) * Z_{t-1}$$

$$Z_1 = 0.5 * 15.186 + 0.5 * 15.1843 = 15.1850$$

$$Z_2 = 0.5 * 15.184 + 0.5 * 15.1850 = 15.1843$$

$$Z_3 = 0.5 * 15.200 + 0.5 * 15.1843 = 15.1922$$

·
·
·

$$Z_{50} = 0.5 * 15.183 + 0.5 * 15.1718 = 15.1774$$

Ewma kontrol grafiği için hesaplanan ortalamalar ve Z değerleri Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. Ewma kontrol grafiği için hesaplanan değerler

Örnekleme Numarası	\bar{x}_i Değerleri	Z_i Değerleri
1	15.186	15.1850
2	15.184	15.1843
3	15.200	15.1922
4	15.195	15.1937
5	15.191	15.1925
6	15.175	15.1839
7	15.187	15.1853
8	15.175	15.1803
9	15.206	15.1932
10	15.214	15.2037
11	15.186	15.1951
12	15.188	15.1913
13	15.180	15.1856
14	15.191	15.1884
15	15.169	15.1787
16	15.175	15.1767
17	15.163	15.1700
18	15.164	15.1671
19	15.193	15.1801
20	15.200	15.1899
21	15.196	15.1928
22	15.184	15.1885
23	15.174	15.1815
24	15.196	15.1886
25	15.188	15.1884
26	15.207	15.1978
27	15.196	15.1970
28	15.213	15.2050
29	15.202	15.2036
30	15.210	15.2070
31	15.201	15.2039
32	15.209	15.2067
33	15.196	15.2013
34	15.198	15.1998
35	15.197	15.1986
36	15.186	15.1922
37	15.196	15.1942
38	15.172	15.1832
39	15.173	15.1780
40	15.158	15.1681
41	15.166	15.1669
42	15.145	15.1561
43	15.156	15.1561
44	15.147	15.1514
45	15.133	15.1421
46	15.167	15.1545
47	15.196	15.1754
48	15.178	15.1765
49	15.167	15.1718
50	15.183	15.1774

Ewma kontrol grafiği kontrol sınırlarının hesaplanmasında standart sapma kullanılacağından Z_t değerinin standart sapması;

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,0814}{2,326} = 0.035$$

$$\sigma_{z_t} = \sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)n}} = 0.035 \sqrt{\frac{0.5}{(2-0.5)50}} = 0.0029$$

Ana kütleye ait ortalama ve standart sapma değerleri bilinmediği için 1 standart sapmalık kontrol sınırları:

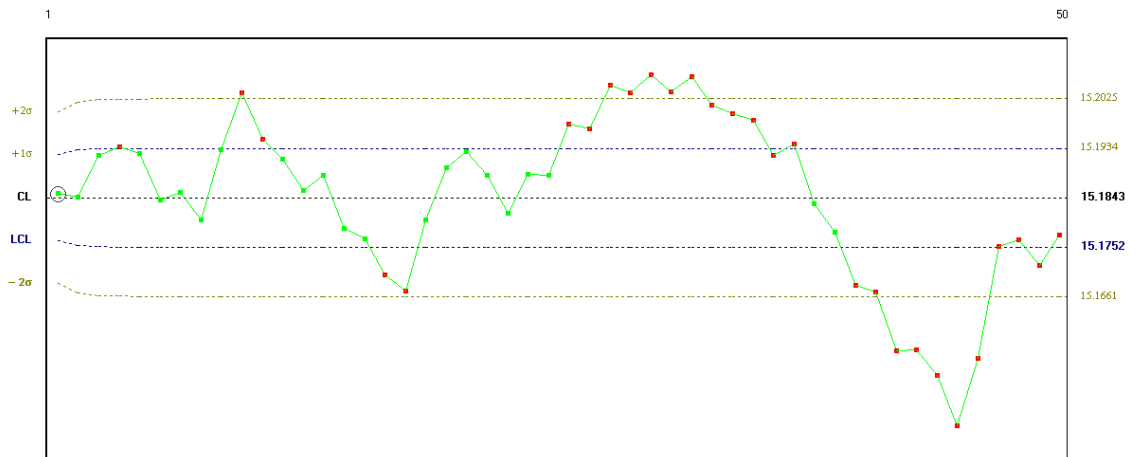
$$\text{Üst Kontrol Limiti} = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \times \left(\frac{1}{3}\right)$$

$$= 15.1843 + 0.577 * 0.0814 \sqrt{\frac{0.5}{(2-0.5)}} \times \left(\frac{1}{3}\right) = 15.1934$$

$$\text{Orta Çizgi} = \bar{\bar{x}} = 15.1843$$

$$\text{Alt Kontrol Limit} = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \times \left(\frac{1}{3}\right)$$

$$= 15.1843 - 0.577 * 0.0814 \sqrt{\frac{0.5}{(2-0.5)}} \times \left(\frac{1}{3}\right) = 15.1752$$



Şekil 19. Ortalamalar için Ewma kontrol grafiği

Ewma kontrol grafiği ortalamalar için 1 standart sapmalık ayrılışlar dikkate alınarak tekrar çizilmiştir. Şekil 19'da gösterilen Ewma kontrol grafiği sonucu yine

üretim sürecinin kontrol altında olmadığı görülmüştür. 4, 10, 11, 26 ve 35 arasındaki tüm örneklem ve 37 numaralı örneklem için üst kontrol sınırını ve 17, 18, 40 ve 46 arasındaki tüm örneklem ve 49 numaralı örneklem için alt kontrol sınırını aştığı görülmüştür.

Ewma kontrol grafiği ile süreçteki 24 noktanın kontrol dışında olduğu ve süreçteki örneklem için neredeyse yarısının kontrol dışında olduğu görülmüştür. Ewma kontrol grafiğine göre süreç için çok fazla düzeltici önlemin alınması gerektiği veya süreçte çok büyük değişiklikler yapılması gerektiği aşıkardır. Tablo 13'te kontrol grafikleri türleri için karşılaştırmalara yer verilmiştir.

Tablo 13. Farklı kontrol grafiği türleri için kontrol grafiği kıyaslaması

Ortalamalar	Kontrol Grafiği Türü		
	Shewart	Cusum	Ewma
Standart Sapma Derecesi			
Temel Standart Sapma Değerleri İçin;	3 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altındadır.	1 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altındadır.	1.5 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altında değildir. (Kontrol dışı örneklem değerleri; 42, 43, 44, 45 ve 46)
1 Standart Sapmalık Ayrılışlar İçin	1 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altında değildir. (Kontrol dışı örneklem değerleri; 10, 28, 30, 32, 40, 42, 43, 44 ve 45)	1 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altındadır.	1 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altında değildir. (Kontrol dışı örneklem değerleri; 4, 10, 11, 17, 18, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 ve 49)

Değerlendirmeler sonucunda Cusum kontrol grafiğinin diğer grafik türlerinden süreç hakkında daha olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Cusum kontrol grafiğinin ise Ewma kontrol grafiğine göre daha olumlu sonuçlar verdiği tablodan da anlaşılmaktadır. Ewma kontrol grafiğinin ise diğer grafik türleri arasında süreci en olumsuz şekilde değerlendiren grafik türü olduğu gözlemlenmiştir. Kullanılan grafik türleri içerisinde maksimum faydayı sağlayacak grafik türünü belirlemek için değişim aralığı grafik türünün de yapılması doğru karar verilmesini sağlayacaktır.

3.5. Değişim Aralığı İçin Kontrol Grafiği Uygulaması

Değişim aralıkları farklı türdeki kontrol grafikleri ile hesaplanacak olan kontrol grafikleri için kıyaslamaların doğru şekilde yapılabilmesi için 1 standart sapma olarak alınmıştır.

3.5.1. Shewart Kontrol Grafiği Uygulaması

Ele alınan örneklem için her biri $n=1$ birimden oluşan $m=50$ tane örnek alındığında, R_1, R_2, \dots, R_m bu örneklerin değişim aralıkları olmak üzere değişim aralıkları ortalamaları Tablo 11'de gösterilmiştir. Değişim aralığı ortalaması;

$$\bar{R} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m R_j = \frac{1}{50} 6.510 = 1.302$$

olarak hesaplanmıştır.

Anakütle standart sapması bilinmediği durumlarda R kontrol grafiği parametreleri, σ değerileri arasındaki farklılığın sonuçlarının gözlemlenebilmesi için hem 1σ 'lık hemde 3σ 'lık ayrılışlar için hesaplanmıştır;

- **3 σ 'lık Ayrılışlar İçin,**

$$\text{Üst Kontrol Limiti}_R = D_4 \bar{R} = 2.115 \times 0.1302 = 0.275373$$

$$\text{Orta Çizgi}_R = \bar{R} = 0.1302$$

$$\text{Alt Kontrol Limiti}_R = D_3 \bar{R} = 0 \times 0.1302 = 0$$

- **2 σ 'lık Ayrılışlar İçin,**

$$\text{Üst kontrol Limiti}_R = 0.1302 + 2 \frac{0.275373 - 0.1302}{3} = 0.2269$$

$$\text{Orta Çizgi}_R = \bar{R} = 1.302$$

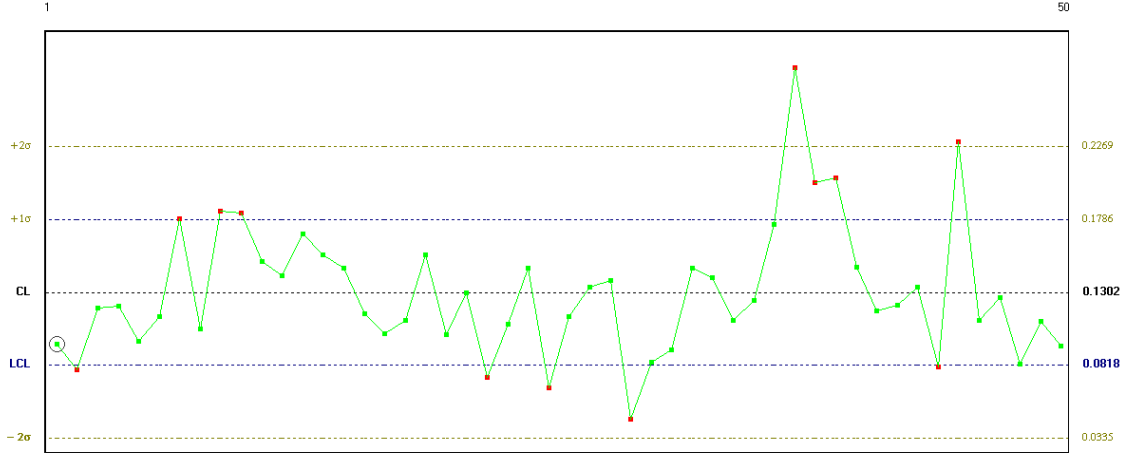
$$\text{Alt Kontrol Limiti}_R = D_3 \bar{R} = 0.1302 - 2 \frac{0.275373 - 0.1302}{3} = 0.0335$$

- **1 σ 'lık Ayrılışlar İçin,**

$$\text{Üst kontrol Limiti}_R = 0.1302 + \frac{0.275373 - 0.1302}{3} = 0.1786$$

$$\text{Orta Çizgi}_R = \bar{R} = 1.302$$

$$\text{Alt Kontrol Limiti}_R = D_3 \bar{R} = 0.1302 - \frac{0.275373 - 0.1302}{3} = 0.0818$$



Şekil 20. Değişim aralığı için Shewart kontrol grafiği

Shewart kontrol grafiği türünün değişim aralığı için hesaplanan kontrol grafiği Şekil 20'de gösterilmiştir. Karşılaştırmalara esas oluşturması açısından 1 standart sapmalı ayrılışlar dikkate alınmıştır. Şekilde gösterilen Shewart kontrol grafiği sonucu üretim sürecinin kontrol altında olmadığı tespit edilmiştir. Örneklem içindeki 7, 9, 10, 37, 38, 39 ve 44 numaralı gözlem değerlerinin üst kontrol sınırını ve 22, 25, 29 ve 45 numaralı gözlem değerlerinin de alt kontrol sınırını aştığı görülmüştür.

Shewart kontrol grafiği ile süreçteki 11 noktanın kontrol dışında olduğu ve süreçteki değişim miktarının değişkenliği gözler önüne serilmiştir. Shewart değişimler için kontrol grafiğine göre süreç çok fazla değişkenliğe sahiptir ve değişkenliğin nedenlerini azaltacak önlemler alınmalıdır.

3.5.2. Cusum Kontrol Grafiği Uygulaması

Cusum (kümülatif toplam) kontrol grafiği parametreleri;

S_i = i'nci birikimli değer, \bar{R}_j = j'inci örneğin değişim aralığı ve $\bar{\bar{X}}$ da değişim aralıkları için örneklem ortalaması olarak alınırsa;

$$S_i = \sum_{j=1}^i (\bar{R}_j - \bar{\bar{X}}) \quad \text{ve} \quad S_i = (\bar{R}_j - \bar{\bar{X}}) + S_{i-1}$$

Eşitlikleri yardımı ile S_i değerleri hesaplanır.

$$S_1 = \sum_{j=1}^1 (15.1858 - 15.1843) = 0.0015$$

$$S_2 = (15.1836 - 15.1843) + 0.0015 = 0.0008$$

$$S_3 = (15.2000 - 15.1843) + 0.0008 = 0.0164$$

·
·
·

$$S_{50} = (15.1830 - 15.1843) + 0.0000 = -0.0013$$

Cusum kontrol grafiği için hesaplanan örneklere ait ortalama değerler, örneklemler ortalamasından sapmalar ve örneklemler ortalamasından sapmaların birikimli değerleri Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Cusum kontrol grafiği için hesaplanan değerler

Örneklemler Numarası	\bar{R}_i	$\bar{R}_i - \bar{x}$	S_i
1	0.0960	-0.0342	-0.0342
2	0.0790	-0.0512	-0.0854
3	0.1200	-0.0102	-0.0956
4	0.1210	-0.0092	-0.1048
5	0.0980	-0.0322	-0.1370
6	0.1140	-0.0162	-0.1532
7	0.1790	0.0488	-0.1044
8	0.1060	-0.0242	-0.1286
9	0.1840	0.0538	-0.0748
10	0.1830	0.0528	-0.0220
11	0.1510	0.0208	-0.0012
12	0.1410	0.0108	0.0096
13	0.1690	0.0388	0.0484
14	0.1550	0.0248	0.0732
15	0.1460	0.0158	0.0890
16	0.1160	-0.0142	0.0748
17	0.1030	-0.0272	0.0476
18	0.1120	-0.0182	0.0294
19	0.1550	0.0248	0.0542
20	0.1020	-0.0282	0.0260
21	0.1300	-0.0002	0.0258
22	0.0740	-0.0562	-0.0304
23	0.1090	-0.0212	-0.0516
24	0.1460	0.0158	-0.0358
25	0.0670	-0.0632	-0.0990
26	0.1140	-0.0162	-0.1152
27	0.1340	0.0038	-0.1114
28	0.1380	0.0078	-0.1036
29	0.0460	-0.0842	-0.1878
30	0.0840	-0.0462	-0.2340
31	0.0920	-0.0382	-0.2722
32	0.1460	0.0158	-0.2564
33	0.1400	0.0098	-0.2466
34	0.1120	-0.0182	-0.2648
35	0.1250	-0.0052	-0.2700
36	0.1750	0.0448	-0.2252
37	0.2790	0.1488	-0.0764
38	0.2030	0.0728	-0.0036
39	0.2060	0.0758	0.0722
40	0.1470	0.0168	0.0890

41	0.1180	-0.0122	0.0768
42	0.1220	-0.0082	0.0686
43	0.1340	0.0038	0.0724
44	0.0810	-0.0492	0.0232
45	0.2300	0.0998	0.1230
46	0.1120	-0.0182	0.1048
47	0.1270	-0.0032	0.1016
48	0.0830	-0.0472	0.0544
49	0.1110	-0.0192	0.0352
50	0.0950	-0.0352	0.0000

Eğer \bar{R}_i 'nin standart sapması $\sigma_{\bar{R}}$ ile gösterilir, $\alpha=0,01$ ve $\beta=0$ olarak kabul edildiği düşünülürse,

V maskesi parametreleri,

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0.1302}{2.326} = 0.056$$

$$\Delta = k\sigma = \sigma = 0.056$$

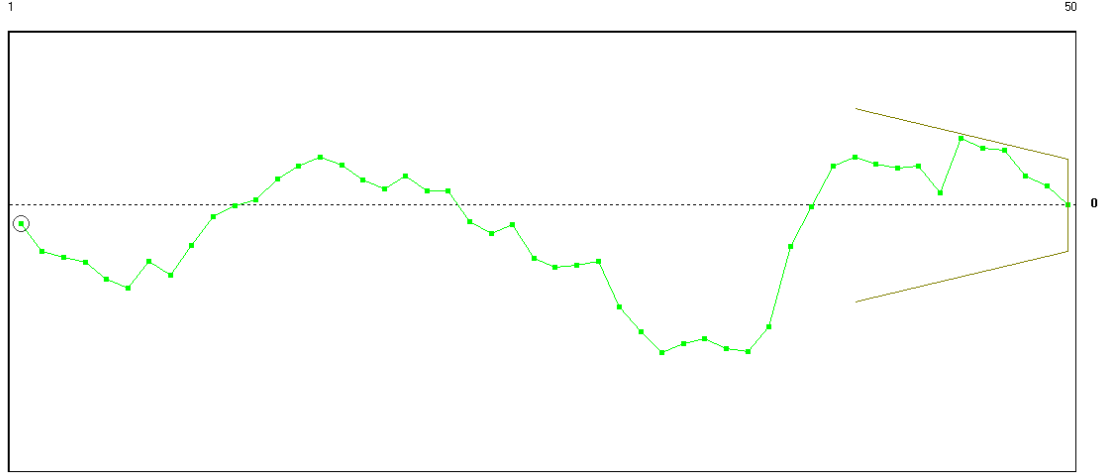
$$\sigma_{\bar{R}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} = \frac{0.1302}{\sqrt{50-1}} = 0.0186$$

$$\delta^2 = \left(\frac{\Delta}{\sigma_{\bar{R}}}\right)^2 = \left(\frac{0.056}{0.0186}\right)^2 = 9.0646$$

$$d = -2 \frac{\ln \alpha}{\delta^2} = -2 \frac{\ln 0.01}{9.0643} = 1.0161$$

$$A = 2\sigma_{\bar{x}} = 2 * 0.0186 = 0.0372$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta}{2A}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{0.056}{2 * 0.0372}\right) = 36.9683^\circ$$



Şekil 21. Değişim aralığı için Cusum kontrol grafiği

Cusum kontrol grafiği değişim aralığı için diğer kontrol grafiği türleriyle kıyaslanabilmesi için 1 standart sapmalık ayrılışlar dikkate alınarak çizilmiştir. Şekil 21'de gösterilen Cusum kontrol grafiği sonucu üretim sürecinin kontrol altında olduğu tespit edilmiştir.

Cusum kontrol grafiği ile süreçteki değişimlerin kontrol altında olduğu ve süreçteki değişim miktarının değişkenliği gösterilmiştir. Şekil 21'den de anlaşılacağı gibi Cusum değişimler için kontrol grafiğine göre süreç çok fazla değişkenliğe sahiptir ancak kontrol altındadır. Değişkenliği azaltacak herhangi bir önlemin alınmasına gerek yoktur.

3.5.3. Ewma Kontrol Grafiği Uygulaması

Ortak standart sapmalar için hazırlanan Ewma kontrol grafiği parametreleri, örneklem hacmi n , örneklem ortalamaları R_j ($j = 1, 2, 3, \dots, t, \dots, k$) olmak üzere t döneminin üstel ağırlıklı hareketli ortalama değerleri;

(İlk Ewma değeri $t=1$ için $Z_0 = \bar{x}$ 'dir.)

$$Z_t = \lambda \bar{X}_t + (1 - \lambda) * Z_{t-1}$$

$$Z_1 = 0.5 * 0.096 + 0.5 * 0.1302 = 0.1131$$

$$Z_2 = 0.5 * 0.1131 + 0.5 * 0.079 = 0.0961$$

$$Z_3 = 0.5 * 0.961 + 0.5 * 0.120 = 0.1080$$

$$Z_{50} = 0.5 * 0.1097 + 0.5 * 0.095 = 0.1023$$

Ewma kontrol grafiği için hesaplanan ortalamalar ve Z değerleri Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15. Ewma kontrol grafiği için hesaplanan değişim aralığı ve Z değerleri

Örneklem Numarası	R_j Değerleri	Z_t Değerleri
1	0.096	0.1131
2	0.079	0.0961
3	0.120	0.1080
4	0.121	0.1145
5	0.098	0.1063
6	0.114	0.1101
7	0.179	0.1446
8	0.106	0.1253
9	0.184	0.1546
10	0.183	0.1688
11	0.151	0.1599
12	0.141	0.1505
13	0.169	0.1597
14	0.155	0.1574
15	0.146	0.1517
16	0.116	0.1338
17	0.103	0.1184
18	0.112	0.1152
19	0.155	0.1351
20	0.102	0.1186
21	0.130	0.1243
22	0.074	0.0991
23	0.109	0.1041
24	0.146	0.1250
25	0.067	0.0960
26	0.114	0.1050
27	0.134	0.1195
28	0.138	0.1288
29	0.046	0.0874
30	0.084	0.0857
31	0.092	0.0888
32	0.146	0.1174
33	0.140	0.1287
34	0.112	0.1204
35	0.125	0.1227
36	0.175	0.1488
37	0.279	0.2139
38	0.203	0.2085
39	0.206	0.2072
40	0.147	0.1771
41	0.118	0.1476
42	0.122	0.1348
43	0.134	0.1344
44	0.081	0.1077

45	0.230	0.1688
46	0.112	0.1404
47	0.127	0.1337
48	0.083	0.1084
49	0.111	0.1097
50	0.095	0.1023

Ewma kontrol grafiği kontrol sınırlarının hesaplanmasında standart sapma kullanılacağından Z_t değerinin standart sapması;

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,1302}{2,326} = 0.056$$

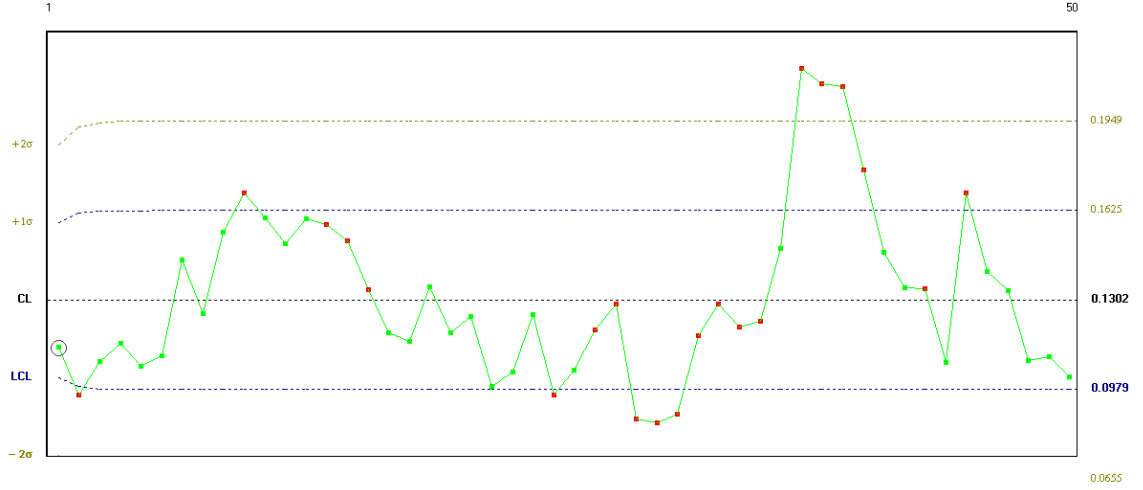
$$\sigma_{z_t} = \sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2 - \lambda)n}} = 0.056 \sqrt{\frac{0.5}{(2 - 0.5)50}} = 0.0046$$

Ana kütleye ait ortalama ve standart sapma değerleri bilinmediği için 1 standart sapmalık kontrol sınırları:

$$\begin{aligned} \text{Üst Kontrol Limiti} &= \bar{R} + 3 \times \frac{\bar{R}}{d_2} \times \frac{1}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\frac{\lambda}{(2 - \lambda)}} \times \left(\frac{1}{3}\right) \\ &= 0.1302 + 3 \times \frac{0.1302}{2.326} \times \frac{1}{\sqrt{1}} \times \sqrt{\frac{0.5}{(2 - 0.5)}} \times \left(\frac{1}{3}\right) = 0.1625 \end{aligned}$$

$$\text{Orta Çizgi} = \bar{R} = 0.1302$$

$$\begin{aligned} \text{Alt Kontrol Limit} &= \bar{R} - 3 \times \frac{\bar{R}}{d_2} \times \frac{1}{\sqrt{n}} \times \sqrt{\frac{\lambda}{(2 - \lambda)}} \times \left(\frac{1}{3}\right) \\ &= \bar{R} + 3 \times \frac{0.1302}{2.326} \times \frac{1}{\sqrt{1}} \times \sqrt{\frac{0.5}{(2 - 0.5)}} \times \left(\frac{1}{3}\right) = 0.0979 \end{aligned}$$



Şekil 22. Değişim aralığı için Ewma kontrol grafiği

Ewma kontrol grafiği değişim aralığı için karşılaştırmalara esas oluşturması açısından 1 standart sapmalık ayrılışlar dikkate alınarak hesaplanmıştır. Şekil 22'de gösterilen Ewma kontrol grafiği sonucu üretim sürecinin kontrol altında olmadığı tespit edilmiştir. Örneklem içindeki 2, 25, 29, 30 ve 31 numaralı gözlem değerlerinin alt kontrol sınırını ve 10, 37, 38, 39, 40 ve 45 numaralı gözlem değerlerinin de üst kontrol sınırını aştığı görülmüştür.

Ewma kontrol grafiği ile süreçteki 11 noktanın kontrol dışında olduğu ve süreçteki değişim miktarının değişkenliği gözler önüne serilmiştir. Ewma değişimler için kontrol grafiğine göre süreç çok fazla değişkenliğe sahiptir ve değişkenliğin nedenlerini azaltacak önlemler alınmalıdır.

3.5.4. Değişim Aralığı İçin Kontrol Grafiklerinin Karşılaştırılması

Ortalamalar için kontrol grafiklerinin kıyaslanması ile grafik türleri ve süreç hakkında net bilgi sahibi olunamamıştır. Bu nedenle değişim aralığı grafik türleri de inceleme kapsamında alınmıştır. Değişim aralığı grafik türleri karşılaştırma yapılabilmesi için 1 standart sapmalık ayrılışlar göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Değişim aralığı grafik türlerinin kıyaslanması ortalamalar için uygun olan grafik türünün belirlenmesine yardımcı olacaktır. Tablo 16'da farklı kontrol grafikleri türleri için kullanılan değişim aralığı kontrol grafiği sonuçlarına yer verilmiştir.

Tablo 16. Değişim aralığı için farklı kontrol grafiği sonuçları

Değişim aralığı	Kontrol Grafiği Türü		
Standart Sapma Derecesi	Shewart	Cusum	Ewma
1 Standart Sapmalık Ayrılışlar İçin	1 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altında değildir. (Kontrol dışı örneklem değerleri; 7, 9, 10, 22, 25, 29, 37, 38, 39, 44 ve 45)	1 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altındadır.	1 Standart sapmalık ayrılışlar için süreç kontrol altında değildir. (Kontrol dışı örneklem değerleri; 2, 10, 25, 29, 30, 31, 37, 38, 39, 40 ve 45)

Değerlendirmeler sonucunda Cusum kontrol grafiğinin, ortalamalar için olan kontrol grafiklerindeki aynı yani süreç hakkında değişimin kontrol altında olduğu sonucunu verdiği görülmektedir.

Ewma kontrol grafiği ve Shewart kontrol grafikleri değişim aralığı için yaklaşık olarak aynı sonuçları vermiştir. Kontrol dışı bulunan noktalar arasında 10, 25, 29, 37, 38 39 ve 45 numaralı örnekleme gözlem değerleri her iki grafik türünde de kontrol dışı olarak saptanmıştır. Ayrıca kontrol dışı noktaların sayısı her iki kontrol grafiği türünde de aynı sayıda olduğu görülmüştür.

Ewma kontrol grafiği ve Shewart kontrol grafiği büyük benzerlikler göstermesine rağmen Ewma kontrol grafiklerinin birim gözlem değerinin önceki gözlemlerden etkilenmesi nedeniyle Shewart kontrol grafiklerine göre daha düzenli olarak göze çarpmaktadır. Örneklem değerleri birbirine bağımlı olarak değerlendirildiğinde Ewma kontrol grafikleri Shewart kontrol grafiklerine üstünlük sağlayacaktır.

Ele alınan gözlem değerlerinin birbirinden bağımsız olarak ele alındığı düşünülürse Shewart kontrol grafikleri Ewma kontrol grafiklerine üstünlük sağlayacaktır. Üretim süreci hakkında daha fazla bilgi sahibi olunması hangi grafik türünün kullanılacağı hakkında daha çok öneride bulunulmasını sağlayacaktır.

SONUÇ

Günümüz şartlarında işletmeler varlıklarını ve karlılıklarını sürdürebilmek ve rekabet avantajı sağlayabilmek için kalite konusuna gereken önemi vermek zorundadırlar. Yüksek rekabet yarışı ve küreselleşme kaliteyi sürekli geliştirmenin en önemli sebepleri arasında gösterilebilir. Kaliteyi etkin ve verimli şekilde kullanan işletmeler geleceğe taşınacaktır.

İşletmeler kaliteyi amaçlarından biri olarak değerlendirmek yerine kaliteyi bir hedef olarak değerlendirmelidirler. Ancak bu şekilde işletmeler kalite bilincine kavuşacak ve kaliteyi yaşatabileceklerdir.

Kalitenin gerekliliği ve gelişimi anlatılan bu çalışma hem işletme hem de literatüre katkı sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Kalite ile ilgili herkesin kullanabileceği istatistiksel kalite kontrol araçları tanıtılmıştır. Uygulama bölümünde temel istatistiksel kalite kontrol araçlarından kontrol grafikleri ve türlerinin uygulanmasına yer verilmiştir.

Seçilen örneklem sonucu bakır mamulü direnç miktarlarının değişimini gösteren Shewart, Cusum ve Ewma kontrol grafikleri uygulama bölümünde ele alınmıştır. Bu çalışma kalite ile ilgili çalışmalara ve seçilen firmanın üretim sürecine ilişkin uygun kalite kontrol grafiği önerisinde bulunarak benzeri çalışmalara örnek teşkil edebilecektir.

Firmaya ait örneklem ölçüm değerleri farklı kontrol grafiği türleri ile incelenmiştir. Uygulama sonucu farklı kontrol grafiği türlerinin farklı seviyelerde kıyaslanmasına olanak tanımış ve süreç için uygun kontrol grafiği önerisinde bulunulmuştur. Bu amaçla ölçüm değerleri ortalamalar için değerlendirilmiş ancak sağlıklı bir karşılaştırma yapılması amacıyla ölçüm değerleri değişim aralığı kontrol grafikleri olarak da değerlendirilmiştir.

Çalışmada elde edilen ortalamalar için kontrol grafikleri karşılaştırıldığında; Shewart ve Cusum kontrol grafiklerine göre sürecin kontrol altında olduğu ve aynı sonucu verdiği tespit edilmiştir. Ancak Ewma kontrol grafiği diğer grafik türlerinden farklı olarak sürecin kontrol dışı olduğu sonucunu vermiştir. Örneklemdeki 42 ve 46 arası tüm gözlem değerlerinin kontrol dışında olduğu görülmüştür. Örneklem verileri

tekrar incelendiğinde 42 ve 46. gözlem değerleri arasındaki sapma derecelerinin en yüksek seviyeye ulaştığı ve Ewma kontrol grafiğinin doğru bir tespitte bulunduğu kanaatine varılmıştır.

Cusum kontrol grafikleri 1 standart sapmalık ayrılışlar ele almıştır ancak buna rağmen sürecin kontrol altında olduğu sonucuna varılmıştır. Shewart kontrol grafiklerinin ise 3 standart sapmalık ayrılışlar dikkate alındığında sürecin kontrol altında olduğu sonucuna varılmıştır. Ewma kontrol grafiği ise 1,5 standart sapmalık ayrılışları dikkate almasına rağmen süreç kontrol dışı olarak değerlendirilmiştir.

Ortalamalar için hesaplanan kontrol grafikleri farklı hata düzeyi değerlendirmeleri çözüm önerisi ve sağlıklı bir kıyaslama olanağı sağlamadığı için net bir sonuca ulaşılamamıştır. Bu nedenle standart grafik türleri 1 standart sapmalık hata düzeyi ile ortak kıyaslama derecesi seçilerek tekrar değerlendirilmiştir.

Cusum kontrol grafiği 1 standart sapmalık ayrılışlar dikkate aldığı için sonuçta bir değişim olmamış ve süreç kontrol altında olarak tespit edilmiştir. Shewart ve Ewma kontrol grafikleri süreci kontrol dışı olarak saptamıştır. Shewart kontrol grafiklerinde 9 ölçüm değeri ve Ewma kontrol grafiklerinde ise 18 ölçüm değeri kontrol dışı olarak hesaplanmıştır. Ortalamalar için bulunan bu değerlendirmeler maksimum fayda sağlayacak grafik türünün belirlenmesinde yetersiz kalmıştır.

Çalışma kapsamında sadece ortalamalar ile ele alınan süreç ve uygun kontrol grafiği hakkında karar vermenin yetersiz olacağı kanaatine varılmıştır. Bu nedenle değişim aralıkları için de kontrol grafiği türleri hesaplanmıştır. Uygun kontrol grafiği türüne karar verilmesini kolaylaştırmak amacıyla değişim aralıkları için hesaplanan kontrol grafiklerinde 1 standart sapmalık ayrılışlar dikkate alınmıştır.

Değişim aralığı için hesaplanan Cusum kontrol grafiğine göre süreçteki değişim kontrol altındadır. Süreçteki değişimi, Shewart ve Ewma kontrol grafikleri Cusum kontrol grafiğinin aksine kontrol dışı olarak değerlendirmiştir. Shewart ve Ewma kontrol grafikleri aynı sayıda kontrol dışı gözlem değerine sahip olduğu görülmüştür. Süreç içerisinde yer alan 10, 25, 37, 38, 39 ve 45 numaralı gözlem değerleri Ewma ve Shewart kontrol grafiklerinde ortak kontrol dışı gözlemler olarak değerlendirilmiştir.

Ewma kontrol grafiklerinin sapma derecelerini birikimli ve ağırlıklı olarak ele alması nedeniyle bu bulgular elde edilmiştir. Ewma kontrol grafiği türünün birbirine bağımlı veya etkilenen süreç çıktıları için uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Shewart kontrol grafiklerinin de gözlem değerlerini birbirinden bağımsız olarak ve diğer kontrol grafiklerine kıyasla daha büyük farklılıkları ortaya çıkarmak için uygun olduğu yargısına varılmıştır (Demir, 2008: 36). Cusum kontrol grafiklerinin ise Ewma kontrol grafiğinde olduğu gibi küçük ani değişimler için uygun olduğu ve Ewma kontrol grafiklerine kıyasla daha az ilişkili çıktıları test etmede uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Ewma ve Cusum kontrol grafiklerinin avantajı önceki gözlem değerlerinin kontrol noktalarını etkilemesidir (Oktay, 1994: 130). Ewma kontrol grafiklerinin Cusum kontrol grafiklerinden üstünlüğü hata derecelerini birikimli olarak ele alırken önceki gözlemleri derecelendirmesi veya ağırlıklandırmasıdır. Ancak Cusum kontrol grafiklerinin üstünlüğü de gözlem değerlerinin toplama usulü birikimli olarak ele almasıdır.

Sonuç olarak Shewart, Ewma ve Cusum kontrol grafiklerinin seçiminde öncelikli karar verilmesi gereken süreç hakkında gerekli bilgilerin sağlanmasıdır. Ele alınan süreç kapsamında örneklemelerin bağımsız oluşu, paralel olarak işlem görmeleri nedeniyle Shewart kontrol grafiklerinin kullanılması daha uygun olacaktır. Shewart kontrol grafiklerinin seçimi ile işletme uygun hata kontrol düzeyinde üretim sürecini değerlendirebilecektir. İşletme bu sayede istenilen derecede hatalarının kontrol altında olup olmasını tespit edebilecektir. Örneklem ölçüm değerlerinden hatalı olanların nedenlerinin araştırılması hatalı mamul üreten operatör için gerekli düzenlemeler yapılarak, hata düzeyi düşürülebilecektir. Firmalar üretim süreçlerine ve çıktıların hata düzeyi hassaslığına göre maksimum fayda sağlayacak kalite kontrol grafiklerini kullanmalıdırlar. Bu sayede kalite düzeyinin arttırılması sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Afacan, C. (2007). *Kalite Yönetim Sistemi Ve Stratejik Planlamada Kalite İyileştirmesinde Doğrusal Programlama Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ağbuga, O. (2007). *Toplam Kalite Yönetiminde Kalite Çemberleri ve İki Farklı İşletmede Kalite Çemberi Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akbaş, C. (2011). *Saf Bakırın Soğuk Deformasyon Ve Yeniden Kristalleşme Davranışının Mikroyapı ve Mekanik Özelliklere Etkisi*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akbul, K. (2010). *Kalite Kontrol Grafikleri ve Bir Erp Programı Olan Canias Erp'de Kalite Kontrol Grafikleri Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akdoğan, C. (2011). *Hizmet Pazarlamasında Kalite Anlayışı: Servqual Ve Servperf Kalite Modellerinin Karşılaştırılmasına Yönelik Bir Uygulama*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Akgül, M. (2006). *Klasik Erkek Gömleği Üretiminde Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Ve Kalite Talimatlarının Hazırlanması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akın, Besim. (1996). *ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol – İPK- Teknikleri*, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Akkaş, C. (2011). *Oksitli Bakır Cevherlerinden Bakır Kazanımı*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akkurt, M. (2002). *Kalite Kontrol Excel Destekli*, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Alizon, F., Shooter, S. B. And Simpson, T. W. (2009). "Henry Ford And The Model T: Lessons For Product Platforming And Mass Customization", *Design Studies*, Volume: 30, Issue: 5, 588 - 605.
- Allen, T. T. (2006). *Introduction To Engineering Statistics And Six Sigma*, Springer London, England.
- Altınsoy, İ. (2009). *Alümina Takviyeli Bakır Kompozitlerin Üretimi ve Karakterizasyonu*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Altıntaş, O. (2006). *Toplam Kalite Yönetimi Uygulamalarında Kalite Liderliğinin Rolü Ve Botas Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- Altunsaray, S. (2012). *Hiyerarşik Kalite Modeli Uygulanarak Otel Müşterilerinin Algıladıkları Kalite Düzeyinin Açıklanması ve Marmara Bölgesi Örnek*

Uygulaması, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bilecik.

- Al-Qutaish, R. E. (2010). "Quality Models in Software Engineering Literature: An Analytical and Comparative Study", *Journal of American Science*, Number: 6, Issue: 3, 166-175.
- Arnheiter, E. D. And Harren, H. (2006). "Quality Management In A Modular World", *The TQM Magazine*, Volume: 18, Number:1, 87-96.
- Asim, M. And Zaki, A. R. (2012). "Assessing The Viability Of Quality Management In Organizations - A Retrospective And Prospective Overview With Reference To Pakistan", *Journal of Business and Management*, Volume: 4, Issue: 5, 14 - 24.
- Atay, Ö. (2010). *Kalite Maliyetleri ve İzmir İlinde Bir Uygulama*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- Avcı, N. (2006). *Hizmet Sektöründe Kalite Ve Çalışanların Kalite Algulamaları Üzerine Bir Araştırma*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Baskan, Ş. (1997). *İstatistiksel Kalite Kontrolü*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, No:159, İzmir.
- Başar, A. ve Oktay, E. (1999). *Uygulamalı İstatistik – I Kısa Teorik Bilgiler ve Çözülmüş Problemler*, Aktif Yayınevi, Erzurum.
- Başaran, N. (2010). *Kalite İyileştirmede İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi Ve Gıda Sektöründe Bir Uygulama*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Batmaz, C. (2010). *ISO / TS 16949 Otomotivde Kalite Yönetim Sisteminin Toplam Kalite Yönetimi Açısından İrdelenmesi Ve Talaşlı İmalat Sanayisinde Bir Araştırma*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Baydemir, M. (2006). *Kalite Eğitimi Ve Sanayi İşletmelerinde Kalite Eğitimi Sırasında Ortaya Çıkan Sorunlara Yönelik Bir Araştırma*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bäckström, I., Ingelsson, P. And Wiklund, H. (2011). "Learning From Others To Adapt Quality Management To The Future", *Total Quality Management & Business Excellence*, Volume: 22, Issue: 2, 187-196.
- Best, M. And Neuhauser, D. (2006). "Walter A Shewart, 1924, And The Hawthorne Factory", *Quality and Safety in Health Care*, Volume: 15, 142-143.
- Bodur, A. (2008). *Süreç Odaklı Kalite Maliyetlerinin Kalite Yönetim Sisteminde Algısal Analizi*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

- Bostan, H. (2010). *İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinin Motor Yenileştirme Sürecinde Kullanımı*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Bostancı, Y. (2009). *Toplam Kalite Yönetimi Anlayışı Ve Bolu İzzet Baysal Kadın Doğum Ve Çocuk Hastanesinde Hemşirelerin Kalite Anlayışına Yönelik Bir Uygulama*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Breja, S. K., Banwet, D. K. And Iyer, K. C. (2008). "Deming Model And The Pursuit Of Excellence", *Global Journal of Business Excellence*, Volume: 1, Number: 1, 23 - 32.
- Büker, E. (2007). *Toplam Kalite Yönetimi Anlayışı İle Altı Sigma Kalite Yönetimi Anlayışının Karşılaştırılması*, Deniz Harp Okulu, Deniz Bilimleri Ve Mühendisliği Enstitüsü, İstanbul.
- Cantallopts, J. (2014). *Policy For The Mining Sector In Chile*, Chilean Copper Commission - Ministry Of Mining, Government of Chile.
- Castellini, P., Cristalli, C., Foehr, M., Leitao, P., Paone, N., Schjolberg, I., Tjonnas, J., Turrin, C. And Wagner, T. (2011, November). "Towards The Integration Of Process And Quality Control Using Multi-Agent Technology", *37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, 421 - 426, Melbourne, VIC.
- Chandrupatla, T. R. (2009). *Quality and Reliability in Engineering*, Cambridge University Press, USA.
- Curelar, M. R. O. (2013). "Quality - Ability, Property Or Capacity Of Satisfying Some Needs", *Annals of the Constantin Brâncuși University of Târgu Jiu, Economy Series*, Issue 5, 34-38, Romania.
- Çimen, Ö. (2008). *Kontrol Grafiklerinin Bulanık Mantık İle Yorumlanması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Dahlgaard-Park, S. M. (2011). "The quality movement: Where are you going?", *Total Quality Management & Business Excellence*, Volume: 22, Issue:5, 493-516.
- Demir, Y. (2008). *Shewart, Cusum ve Ewma Kontrol Grafiklerinin Makine Sanayine Uygulanması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Demirbag, M., Tatoglu, E., Tekinkus, M. And Zaim, S. (2006). "An Analysis Of The Relationship Between TQM Implementation And Organizational Performance: Evidence From Turkish Smes", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Volume: 17, Number: 6, 829-847.
- Deros, B.M., Peng, C.Y., Ab Rahman, M.N., Ismail, A.R. And Sulong, A.B. (2008). "Assessing acceptance sampling application in manufacturing electrical and electronic products", *Journal Of Achievements In Materials And Manufacturing Engineering*, Volume: 31, Issue: 2, 622-628.

- Ecevit, M. H. (2009). *Toplam Kalite Yönetimi Ve Anadolu Efes Biracılık Ve Malt Sanayii A.Ş.'De Toplam Kalite Yönetimi Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Ekici, R. (2009). *Toplam Kalite Yönetimi'nin Çalışanların Performansları Üzerine Etkileri ve Petlas Lastik Fabrikasında Bir Uygulama*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- Ekiz, H. E. (2009). *Bakır Konverter Curuflarından Renkli Metallerin Geri Kazanımı*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eldin, A. B. (2011). *Modern Approaches To Quality Control*, Intech, Croatia.
- Ersoy, M. S. ve Ersoy, A. (2011). *Kalite Yönetimi (Toplam Kalite Yönetimi ve kalite Denetimi)*, İmaj Yayınevi, Ankara.
- Ertuğrul, İ. (2006). *Toplam Kalite Kontrol*, Ekin Kitabevi, 2. Baskı, Bursa.
- Ertugut, R. (2007). *Toplam Kalite Yönetimi Uygulamaları İle Dönüştürücü Liderlik Arasındaki İlişki: Ulusal Kalite Ödülü Almış Olan Kamu Örgütlerinde Bir Araştırma*, (Basılmamış Doktora Tezi), Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
- Fleischer, J., Gisele, L. and Matthias, S. (2008). "Statistical Quality Control In Micro Manufacturing Through Multivariate M-EWMA Chart", *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Volume: 57, 521-524, Germany.
- Ghylin, K. M., Green, B. D., Drury, C. G., Chen, J., Schultz J. L., Uggirala, A., Abraham, J. K., and Lawson, T. A. (2008). "Clarifying The Dimensions of Four Concepts of Quality", *Theoretical Issues In Ergonomics Science*, Volume:8, Issue:1, 73 - 94.
- Gill, J. (2009). "Quality follows quality: add quality to the business and quality will multiply the profits", *The TQM Journal*, Volume:21, Number:5, 530-539.
- Gökçen, E. (2006). *Halkla İlişkilerdeki Toplam Kalite Yönetimi Çerçevesinde ISO 9000:9001 Kalite Güvence Sistemleri*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gülen, G. (2009). *Toplam Kalite Yönetiminin İçinde Kalite Çemberlerinin Yeri Ve Perakende Sektöründe Bir Uygulama Örneği*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
- Günaydın, H. (2002). *Japon Tarzı Yönetim ve Kalite Çemberleri*, Milenyum Yayınları Turan Kitabevi, İstanbul.
- Gümüsoğlu, Ş. (2000). *İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları*, Beta Yayınevi, İstanbul.

- Hsieh, K. (2006). "The Study Of Cost-Tolerance Model By Incorporating Process Capability Index Into Product Lifecycle Cost", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume: 28, Issue: 5 - 6, 638 - 642.
- Işığışok, E. (2012). *Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol*, Ezgi Kitabevi, 2. Baskı, Bursa.
- İşçi, F. (2010). *Kalite Liderliğinin Toplam Kalite İlkelerinin Uygulamalarına Ve Çalışanların İş Sonuçlarına Etkisi*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
- Jha, V. S., And Joshi, H. (2007). "Relevance of Total Quality Management (TQM) or Business Excellence Strategy Implementation for Enterprise Resource Planning (ERP)—A Conceptual Study", *Proceedings of the 12th International Conference on Information Quality*, 1 - 16.
- Kan, B. (2005). *Verilerin Normal Dağılıma Sahip Olmaması Durumunda Kontrol Grafiklerinin Oluşturulması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kim, S. And Nakhai, B. (2008). "The Dynamics Of Quality Costs In Continuous Improvement", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Volume: 25, Number: 8, 842 - 859.
- Kökeş, H. (2013). *Oksitli Bakır Cevherlerinden Hidrometalurjik Yöntemle Bakır Sülfat Kristalleri Üretimi*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Krishnan, S. K. (2006). "Increasing The Visibility Of Hidden Failure Costs", *Measuring Business Excellence*, Volume: 10, Number: 4, 77-101.
- Kumar, R., Garg, D. And Garg, D. K. (2011). "TQM Success Factors In North Indian Manufacturing And Service Industries", *The TQM Journal*, Volume: 23, Number: 1, 36-46.
- Kumaravel, P., Anand, S., Ullas, U. And Mohanram, P. V. (2007). "Cost Optimization Of Process Tolerance Allocation-A Tree Based Approach", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume: 34, Issue: 7-8, 703-713.
- Küçük, O. (2012). *Kalite Kontrol ve Kalite Güvence Sistemleri*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Link, S. And Naveh, E. (2006). "Standardization And Discretion: Does The Environmental Standard ISO 14001 Lead To Performance Benefits?", *Engineering Management, IEEE Transactions on*, Volume: 53, Issue: 4, 508 - 519.
- Maguad, B. A. (2006). "The Modern Quality Movement: Origins, Development And Trends", *Total Quality Management & Business Excellence*, Volume: 17, Issue: 2, 179 - 203.

- Mashagba, I. A. S. (2014). "The Impact Of Total Quality Management (TQM) On The Efficiency Of Academic Performance - Empirical Study - The Higher Education Sector – The University Of Jordan", *International Journal Of Scientific & Technology Research*, Volume: 3, Issue: 4, 358-364.
- Manning, L., Baines, R. N. and Chadd, S. A. (2006). "Quality Assurance Models In The Food Supply Chain", *British Food Journal*, Volume: 108, Number: 2, 91-104.
- Mitra, Ä. (2008). *Fundamentals Of Quality Control And Improvement*, A John Wiley & Sons, Inc., Third Edition, United States of America.
- Montgomery, D. C. (2005). *Introduction To Statistical Quality Control*, Fifth Edition, John Wiley And Sons Inc., United States of America.
- Motorcu, A. R. And Güllü, A. (2006). "Statistical Process Control In Machining, A Case Study For Machine Tool Capability And Process Capability", *Materials & Design*, Volume: 27, Issue: 5, 364–372.
- Mussina, D. (2013). *İkincil Kaynaklardan Bakır Üretimi ve Arıtılması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Nair, A., Nicolae, M. and Narasimhan, R. (2013). "Examining the impact of clinical quality and clinical flexibility on cardiology unit performance—Does experiential quality act as a specialized complementary asset?", *Journal of Operations Management*, Volume: 31, Issues: 7-8, 505-522.
- Neyiş, A. (2013). *Sağlık Kuruluşlarında Kalite Maliyetlerinin Ölçülmesi ve Raporlanması Üzerine Bir Araştırma*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Nezhad, M. S. F. And Nasab, H. H. (2011). "Designing A Single Stage Acceptance Sampling Plan Based On The Control Threshold Policy", *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, Volume: 22, Number: 3, 143 - 150.
- Nicolay, C. R., Purkayastha, S., Greenhalgh, A., Benn, J., Chaturvedi, S., Phillips, N. And Darzi, A. (2012). "Systematic Review Of The Application Of Quality Improvement Methodologies From The Manufacturing Industry To Surgical Healthcare", *British Journal of Surgery*, Volume: 99, Issue:3, 324 - 335.
- Noorossana, Rassoul. and Vaghefi, Seyed Jamal M., (2006). "Effect of Autocorrelation on Performance of The M-Cusum Control Chart", *Quality And Reliability Engineering International*, Volume: 22, 191-197.
- Noutomi, I. And Nakanishi, M. (2007). "Net Results Of The Japanese NPM Movement At Local Governments Since The Mid-1990s: Performance Budgeting, Total Quality Management And Target Based Budgeting", *International Journal of Public Administration*, Volume: 30, Issue: 12-14, 1393-1433.

- Okday, E. (1994). *Shewart, Cusum ve Ewma Kontrol Grafiklerinin Şeker Sanayiine Uygulanması Üzerine Bir Deneme*, (Basılmamış Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Özdamar, İ. H. (2006). *Bulanık İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Bir Orman Endüstrisi İşletmesinde Uygulama*, (Basılmamış Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Özdemir, A. (2013). *İstatistiksel Süreç Kontrolü İle Otomotiv Yan Sanayiindeki Problemlerin Çözümü*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Özer, E. K. (2013). *Tükenmişlik Sendromu ve Toplam Kalite Yönetimi Arasındaki İlişki: Adıyaman İlkokullarında Bir Uygulama*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Adıyaman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adıyaman.
- Özkaya, S. (2013). *Deri Çanta Üretiminde Kalite Sorunları ve Çözümüne Yönelik Uygulamalar*, (Basılmamış Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özkale, M. R. (2004). *İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemleri ve Uygulamalar*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Öztürk, A. (2013). *Kalite Yönetimi ve Planlaması*, Ekin Kitabevi, 2. Baskı, Bursa.
- Öztürk, Y., Soyhan, N. And Sekreter, A. (2012). "A Different View of Quality and Total Quality Management", *Journal of Business*, Volume: 1, Issue:2, 9 – 14.
- Paliska, G., Pavletic, D. And Sokovic, M. (2007). "Quality Tools – Systematic Use In Process Industry", *Journal Of Achievements In Materials And Manufacturing Engineering*, Volume: 25, Issue: 1, 79-82.
- Redmond, R., Curtis, E., Noone, T. and Keenan, P. (2008), "Quality In Higher Education: The Contribution Of Edward Deming's Principles", *International Journal of Educational Management*, Volume: 22, Number: 5, 432-441.
- Reis, M. M., Paladini, E. P., Khator, S. And Sommer, W. A. (2006). "Artificial Intelligence Approach To Support Statistical Quality Control Teaching", *Computers And Education*, Volume: 47, Issue: 4, 448 - 464.
- Röhr, A., Lüddecke, K., Drusch, S., Müller, M. J., Alvensleben, R. V. (2005). "Food Quality And Safety—Consumer Perception And Public Health Concern", *Food Control*, Volume: 16, 649 - 655.
- Russo, S. L., Camargo, M. E. and Fabris, J. P. (2012). *Practical Concepts of Quality Control*, Edited by Mohammed Saber Fallah Nezhad, Intech, Rijeka, Croatia.
- Sayan, O. E. (2006). *Seyahat Acentalarının Paket Turların Operasyonu Aşamasında Karşılaştıkları Kalite Sorunları Ve Kalite Kontrolü Uygulamalarına Yönelik Kuşadası Alan Araştırması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

- Schiffauerova, A. And Thomson, V. (2006). "A Review Of Research On Cost Of Quality Models And Best Practices", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Volume: 23, Number: 6, 647 - 669.
- Sevim, A. (1996). *Toplam Kalite Yönetiminde Bir Araç Olarak Toplam Kalite Maliyet Sisteminin Kurulması ve Bir Uygulama*, (Basılmamış Doktora Tezi), Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Sevimler, S. (2010). *Toplam Kalite Yönetimi Unsurları Ve Unsurlarından Biri Olan Eğitim İle İşletme Performansı Arasındaki İlişki*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kütahya.
- Smeti, E.M., Thanasoulis, N.C., Kousouris, L.P. And Tzoumerkas, P.C. (2007). "An approach for the application of statistical process control techniques for quality improvement of treated water", *Desalination*, Volume: 213, Issue: 1-3, 273-281.
- Smutná, J. And Farana, R. (2010), "Understanding The Quality Concept In The Higher Education", *Acta Montanistica Slovaca*, Volume: 15, Issue: 1, 54-57.
- Soković, M., Jovanović, J., Krivokapić, Z. and Vujović, A. (2009). "Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process", *Journal of Mechanical Engineering*, Volume:55, Issue:5, 1-9.
- Sower, V. E., Quarles, R. And Broussard, E. (2007). "Cost of quality usage and its relationship to quality system maturity", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Volume: 24, Number: 2, 121 - 140.
- Srivastava, S. K. (2008). "Towards Estimating Cost Of Quality In Supply Chains", *Total Quality Management & Business Excellence*, Volume: 19, Issue: 3, 193 - 208.
- Sun, R. J. And Kalbfleisch, J. D. (2013). "A Risk-Adjusted O-E Cusum with Monitoring Bands For Monitoring Medical Outcomes", *Biometrics*, Volume: 69, Issue: 1, 62 - 69.
- Stuart, M. Mullins, E. and Drew, E. (1996). "Statistical Quality Control And Improvement", *European Journal of Operational Research*, Volume: 88, Issue:2, 204.
- Şahin, B. (2005). *Toplam Kalite Yönetiminin Etkinliğinde Kalite Kontrol Çemberlerinin Rolü: Askeri Okullar Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Zonguldak.
- Şentürk, S. (2002). *Niceliksel Kalite Kontrol Grafiklerinin Varsayımlarının Sınanması ve Bir Uygulama*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Şimşek, M. (2000). *Sorularla Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemleri*, Alfa/Aktüel Kitabevi, Bursa.
- Tanrıkulu, S. (2010). *ISO 9000 Kalite Yönetim Sisteminin İşletmelerin Kalite Maliyetleri Üzerine Etkileri ve Kayseri'deki Sanayi İşletmelerinde Bir*

Uygulama, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.

- Tansel, A. E. (2007). *Toplam Kalite Yönetimi İle Performans Değerlemesi İlişkisi Ve Toplam Kalite Yönetimi Uygulayan İşletmelerde Kullanım Alanları*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Tapiero, C. S. (1996). *The Management Of Quality And Its Control*. SPRINGER-Science+Business Media, B.V., United Kingdom.
- Tarı, J. J., Molina, J. F. And Castejón, J. L. (2007). "The Relationship Between Quality Management Practices And Their Effects On Quality Outcomes", *European Journal of Operational Research*, Volume: 183, Issue: 2, 483 - 501.
- The Chilean Copper Commission. (2013, January - March). "Copper Market Trends Report", *Cochilco Research and Policy Planning Department*, Chile.
- Thor, J., Lundberg, J., Ask, J., Olsson, J., Carli, C., Härenstam, K. P. And Brommels, M. (2007). "Application Of Statistical Process Control In Healthcare Improvement: Systematic Review", *BMJ Quality & Safety*, Volume: 16, Issue:5, 387-399.
- Topalidou, E. and Stelios, P. (2009). "Review of Multinomialand Multiattribute Quality Control Charts", *Quality And Reliability Engineering International*, Volume: 25, 773 – 804.
- Toraman, A. (2010). *Toplam Kalite Yönetimi Ve Kalite Maliyet Hesaplaması: Sdü Araştırma Uygulama Hastanesi Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Trienekens, J., And Zuurbier, P. (2008), "Quality And Safety Standards In The Food Industry, Developments And Challenges", *International Journal of Production Economics*, Volume: 113, Issue: 1, 107 - 122.
- Trietsch, D. (1999). "Statistical Quality Control - A Loss Minimization Approach", *Series On Applied Mathematics*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Volume 10, Singapore.
- Tsiotsou, R. (2006). "The Role Of Perceived Product Quality And Overall Satisfaction On Purchase Intentions", *International Journal of Consumer Studies*, Volume: 30, Issue: 2, 207 – 217.
- Turgut, A. (1995). *Toplam Kalite Yönetimi Anlayışı ve Kalite Yönetiminin Kalite Maliyetlerine Etkisi*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Uçar, G. (2010). *Bazı Metal Sülfidlerin Mekanokimyasal Yöntemle Çözündürülmesi*, (Basılmamış Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Ülen, M. (2010). *Çok Değişkenli İstatistiksel Kalite Kontrolünün İlaç Endüstrisine Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Vries, A. D. and Conlin, J. (2005). "A Comparison Of The Performance Of Statistical Quality Control Charts In A Dairy Production System Through Stochastic Simulation", *Agricultural Systems*, 84/3, 318-320.
- Weinstein, L., Vokurka, R. J. And Graman, G. A. (2009). "Costs Of Quality And Maintenance: Improvement Approaches", *Total Quality Management & Business Excellence*, Volume: 20, Issue: 5, 497-507.
- Woodall, W. H., (2006). "The Use of Control Charts in Health-Care and Public-Health Surveillance", *Journal of Quality Technology*, Volume: 38, No: 2, 89 – 104.
- Xu, Q., Jiao, R. J., Yang, X., Helander, M., Khalid, H. M. And Opperud, A. (2009). "An Analytical Kano Model For Customer Need Analysis", *Design Studies*, Volume: 30, No: 1, 87 – 110.
- Yaman, S. K.. (2011). *Yapı Üretim Sürecinde Kalite Yönetimi-Termal Otel Yapısı Kalite Yönetimi Analiz Modeli*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, H. (2012). *Çok Değişkenli İstatistiksel Süreç Kontrolü: Bir Hastane Uygulaması*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yılmaz, M. (2007). *Kalite Yönetim Sisteminin İş Doyumuna Etkisi: Kalite Belgesi Bulunan Ve Bulunmayan Matbaa İşletmelerinde Bir Uygulama*, (Basılmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, Ş. (2009). *Yüksek Kalite Süreçlerde Uygulanabilir Kontrol Grafikleri ve Ekonomik Tasarımına Bir Yaklaşım*, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Zink, K. J. (2007). "From total quality management to corporate sustainability based on a stakeholder management", *Journal of Management History*, Volume: 13, Number: 4, 394-401.

EKLER

EK - 1

Kalite Kontrol Grafikleri Değişkenlikleri Çiziminde Kullanılan Faktörler

n	A	A ₂	A ₃	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	C ₄	d ₂
2	2.121	1.880	2.659	0.000	3.267	0.000	2.606	0.000	3.686	0.000	3.267	0.7979	1.128
3	1.732	1.023	1.194	0.000	2.568	0.000	2.276	0.000	4.358	0.000	2.575	0.8862	1.693
4	1.500	0.729	1.628	0.000	2.266	0.000	2.088	0.000	4.698	0.000	2.282	0.9213	2.059
5	1.342	0.577	1.427	0.000	2.089	0.000	1.964	0.000	4.918	0.000	2.115	0.9400	2.326
6	1.225	0.483	1.287	0.030	1.970	0.029	1.874	0.000	5.078	0.000	2.004	0.9515	2.534
7	1.134	0.419	1.187	0.118	1.882	0.113	1.806	0.204	5.204	0.076	1.924	0.9594	2.704
8	1.061	0.373	1.099	0.185	1.815	0.179	1.751	0.388	5.306	0.136	1.864	0.9650	2.847
9	1.000	0.337	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	0.547	5.393	0.184	1.816	0.9693	2.970
10	0.949	0.308	0.975	0.284	1.716	0.276	1.669	0.687	5.469	0.223	1.777	0.9727	3.078
11	0.905	0.285	0.927	0.321	1.679	0.313	1.637	0.811	5.535	0.256	1.744	0.9754	3.173
12	0.866	0.266	0.886	0.354	1.646	0.346	1.610	0.922	5.594	0.283	1.717	0.9776	3.258
13	0.832	0.249	0.850	0.382	1.618	0.374	1.585	1.025	5.647	0.307	1.693	0.9794	3.336
14	0.802	0.235	0.817	0.406	1.594	0.399	1.563	1.118	5.696	0.328	1.672	0.9810	3.407
15	0.775	0.223	0.789	0.428	1.572	0.421	1.544	1.203	5.741	0.347	1.653	0.9823	3.472
16	0.750	0.212	0.763	0.448	1.552	0.440	1.526	1.282	5.782	0.363	1.637	0.9835	3.532
17	0.728	0.203	0.739	0.466	1.534	0.458	1.511	1.356	5.820	0.378	1.622	0.9845	3.588
18	0.707	0.194	0.718	0.482	1.518	0.475	1.496	1.424	5.856	0.391	1.608	0.9854	3.640
19	0.688	0.187	0.698	0.497	1.503	0.490	1.483	1.487	5.891	0.403	1.597	0.9862	3.689
20	0.671	0.180	0.680	0.510	1.490	0.504	1.470	1.549	5.921	0.415	1.585	0.9869	3.735
21	0.655	0.173	0.663	0.523	1.477	0.516	1.459	1.605	5.951	0.425	1.575	0.9876	3.778
22	0.640	0.167	0.647	0.534	1.466	0.528	1.448	1.659	5.979	0.434	1.566	0.9882	3.819
23	0.626	0.162	0.633	0.545	1.455	0.539	1.438	1.710	6.006	0.443	1.557	0.9887	3.858
24	0.612	0.157	0.619	0.555	1.445	0.549	1.429	1.759	6.031	0.451	1.548	0.9892	3.895
25	0.600	0.153	0.606	0.565	1.435	0.559	1.420	1.806	6.056	0.459	1.541	0.9896	3.931

ÖZGEÇMİŞ

ABDULLAH ÖZÇİL

KİŞİSEL BİLGİLER

- Uyuşu: Türkiye Cumhuriyeti
- Doğum Yeri: Kilis
- Doğum Tarihi: 04.02.1988
- Medeni Durumu: Bekar
- Askerlik Durumu: Tecilli (2015)
- E-posta: aozcil@pau.edu.tr
- Tel: 0507 915 11 99
- Adres: Pamukkale Üniv. İİBF İşletme Bölümü Kınıklı/Denizli

ÖĞRENİM DURUMU

- 2013-Halen Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı
- 2006-2011 Çukurova Üniversitesi İşletme (%50 İngilizce)
- 2002-2006 Adıyaman Lisesi
- 1996-2002 50.Yıl İlköğretim Okulu

YABANCI DİL VE DÜZEYİ

- İngilizce / İyi düzeyde (KPDS:80) (ALES:90,967)

BİLGİSAYAR BECERİLERİ

- Microsoft Office
- MS Windows
- Spss
- Winqsb

KURS VE SERTİFİKALAR

- MEB Onaylı Bilgisayar İşletmeni sertifikası