

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL
YÖNTEMLERİNİN TEKSTİL SEKTÖRÜNDE
UYGULANABİLİRLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Göker ÇETİN

İstanbul, 2020

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL
YÖNTEMLERİNİN TEKSTİL SEKTÖRÜNDE
UYGULANABİLİRLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Göker ÇETİN

Öğrenci No:

160892018

Orcid: 0000-0003-2610-2200

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin Kerem AYTULUN

İstanbul, 2020

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “ **İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemlerinin Tekstil Sektöründe Uygulanabilirlik Düzeyinin Belirlenmesi**” başlıklı bu çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 30.11.2020

Göker ÇETİN

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
TEZLİ YÜKSEK LİSANS SINAV TUTANAĞI

30/11/2020

Enstitümüz *Endüstri Mühendisliği* Anabilim Dalı *Endüstri Mühendisliği* Programı yüksek lisans öğrencilerinden 160892018 numaralı **Göker ÇETİN**'in "*Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim – Öğretim Yönetmeliği*"nin ilgili maddesine göre hazırlayarak, Enstitümüze teslim ettiği "*İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemlerinin Tekstil Sektöründe Uygulanabilirlik Düzeyinin Belirlenmesi*" konulu tezini, Yönetim Kurulumuzun 28/01/2020 tarih ve 2020/04 sayılı toplantısında seçilen ve On-Line toplanan biz jüri üyeleri huzurunda, Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 29. maddesinin 3. fıkrası gereğince 45 dakika süre ile Microsoft Teams programı aracılığıyla aday tarafından savunulmuş ve sonuçta adayın tezi hakkında **OYBİRLİĞİ** ile **KABUL** kararı verilmiştir.

İşbu tutanak, 4 nüsha olarak hazırlanmış ve Enstitü Müdürlüğü'ne sunulmak üzere tarafımızdan düzenlenmiştir.

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin Kerem AYTULUN
(Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Dr. Öğr. Üyesi Gürbüz ÜNAL
(Beykent Üniversitesi)

ÜYE
Doç. Dr. Oğuzhan ERDİNÇ
(Bahçeşehir Üniversitesi)

Adı ve Soyadı : Göker ÇETİN
Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin Kerem AYTULUN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2020
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Kalite, İstatistik, Kalite Kontrol Yöntemleri.

ÖZ

İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİNİN TEKSTİL SEKTÖRÜNDE UYGULANABİLİRLİK DÜZEYİNİN BELİRLENMESİ

Küreselleşen dünyada meydana gelen piyasa rekabet şartları, firmaları standart yönetimlerden vazgeçirmeye mecbur bırakmaktadır. Tüketicinin isteklerini yerine getirme odaklı çalışan firmalar sürekli olarak kendini yenileme, hizmet kalitesini arama yolunda ilerlemektedir. Bu amaçla çalışan işletmeler için istatistiksel yöntemler de kalite kontrolü adına büyük önem taşımaktadır. Fakat işletmelerin kalite kontrolü için istatistiksel yöntemleri kullanmaları için toplam kalite yönetimini de uyguluyor olmaları gerekmektedir. Bu açıdan toplam kalite yönetimi için istatistiksel yöntemlerin oldukça önemli olduğu görülmektedir.

İstatistiksel kalite kontrol teknikleri; sürecin takibini, sürecin kontrol dışına çıkmasını sağlayan faktörlerin tespitinde ve bunların yok edilmesinde önemli bir faktördür. Kontrol dışına çıkan her süreçte değişkenliğin etkisi söz konusudur. Bu kapsamda ele alınan bu çalışmada istatistiksel kontrol yöntemleri temel, orta ve ileri seviyelerde ele alınmıştır.

Name and Surname : Göker ÇETİN
Supervisor : Assist. Prof. Dr. Sabahattin Kerem AYTULUN
Degree and Date : Master, 20120
Major : Industrial Engineering
Key Words : Quality, Statistics, Quality Control Methods.

ABSTRACT

THE APPLICABILITY LEVEL OF STATISTICAL QUALITY CONTROL METHODS IN TEXTILE

Market competition conditions occurring in a globalizing world force enterprises to discourage standard management. The companies, which focus on fulfilling the demands of the consumer, are constantly on the way to renew themselves and seek service quality. Statistical methods are also great importance for quality control and enterprise working for this purpose. However, in order for enterprises to use statistical methods for quality control, they must also apply the total quality management. In this respect, it is seen that statistical methods are very important for total quality management.

Statistical quality control techniques; It is an important factor in the follow-up of the process, the determination of the factors that cause the process to get out of control and to eliminate them. Every process that goes out of control has the effect of variability. In this study, which is handled in this context, statistical control methods are discussed at basic, intermediate and advanced levels.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TABLolar LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
KISALTMALAR VE SEMBOLLER	vii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KALİTE VE KALİTE KONTROLÜ	2
1.1. Kalite Kavramı	2
1.1.1. Kalitenin Tanımı.....	2
1.1.2. Kalite Kontrolü	3
1.1.3. Kalite Kontrolü Amaçları	3
1.1.4. Toplam Kalite Kontrolü (TKK).....	4
1.1.5. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)	6
1.1.6. İstatistiksel Kalite Kontrolü (İKK)	7
1.1.6.1. İstatistiksel Kalite Kontrolünün Uygulanmasında Karşılaşılan Sorunlar	8

İKİNCİ BÖLÜM

2. İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROLÜ YÖNTEMLERİ	10
2.1. İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri.....	10
2.1.1. Temel İstatistiksel Kontrol Yöntemleri	11
2.1.1.1. Frekans Dağılımı (Çetele Diyagramı)	11
2.1.1.2. Histogram	12
2.1.1.3. Pareto Diyagramı	14
2.1.1.4. Balık Kılçığı Diyagramı (Sebeup- Sonuç)	16
2.1.1.5. Gruplandırma (Tabakalama)	17
2.1.1.6. Serpilme Diyagramı	18
2.1.1.7. Kontrol Grafikleri.....	19
2.1.1.8. Yakınlık Diyagramı (Affinity Diagram)	34
2.1.1.9. Sistematik Diyagramı (Dendogram)	36

2.1.1.10. Matris Diyagramı (Matrix Diagram).....	37
2.1.1.11. Matris Veri Analiz Diyagramı (Matrix-Data Analysis Diagram) 39	
2.1.1.12. Ok Diyagramı (Arrow Diagram).....	40
2.1.1.13. Süreç Karar Program Kartı (Process Decision Program Chart)...	41
2.1.2. Orta İstatistiksel Kontrol Yöntemleri	42
2.1.2.1. Örneklem Seçimi ve Hesaplaması	42
2.1.2.2. İstatistiksel Tahminleme	48
2.1.2.3. Nokta Tahminlemesi	48
2.1.2.4. Aralık Tahminlemesi.....	48
2.1.3. İleri İstatistiksel Kontrol Yöntemleri.....	50
2.1.3.1. Faktör Analizi.....	50
2.1.3.2. Ayırma (Discriminant) Analizi	53
2.1.3.3. Kümeleme Analizi(Cluster Analysis)	55
2.1.3.4. Yöneylem Araştırması	57
2.1.3.5. Beyin Fırtınası.....	60
2.1.3.6. 5N1K Yöntemi	62

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİNİN	
KONFEKSİYON SANAYİNDE UYGULAMASI	63
3.1. Giriş	63
3.2. Hata Sıralama Tablosu Oluşturulması ve Pareto Analizi Uygulaması	64
3.3. Balık Kılçığı (Neden-Sonuç Diyagramı) Uygulaması.....	66
3.3.1. Ceza Maliyeti Hesaplama Uygulaması.....	68
3.3.2. Makine Arızalanma Sıklığı Tespiti ve İyileştirme Uygulaması	70
3.3.3. GINI İndeksi Sınıflandırma Sonuçları.....	73
3.4. Uygulama Sonucu	75
SONUÇ	76
KAYNAKÇA.....	78
ÖZGEÇMİŞ	86

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. Veri Sayısı ve Grup Sayısı.....	13
Tablo 2. Pareto Analizi İçin Veriler	15
Tablo 3. Gruplandırma	18
Tablo 4. T-tipi Matris Diyagramı.....	39
Tablo 5. L-Tipi matris Diyagramı	40
Tablo 6. Ok Diyagramında Kullanılan Semboller ve Anlamları	40
Tablo 7. $\alpha= 0.05$ İçin Örneklem Büyüklükleri	47
Tablo 8. Yöneylem Teknikleri ve Tanımlamalar	59
Tablo 9. Hata Sıralama Tablosu	65
Tablo 10. Ceza Maliyeti Hesap Verileri	69
Tablo 11. (Q,R) Kuralı ile En İyi Parti Büyüklüğü Hesabı.....	69
Tablo 12. İki Arıza Arasında Geçen Süre	71
Tablo 13. Arıza Yapma Olasılıkları	72
Tablo 14. Karşılaşılan Hataların sınıflaması.....	74
Tablo 15. Knime Uygulaması Sonuçları.....	75

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Pareto Analizi ile Elde Edilen Grafik.....	16
Şekil 2. Ölçüm Değerleri İçin X Grafiği	24
Şekil 3. Ölçüm Değerleri İçin R Grafiği.....	25
Şekil 4. Ölçüm Değerleri İçin x Grafiği	27
Şekil 5. Ölçüm Değerleri İçin s Grafiği.....	28
Şekil 6. İlişki Diyagramı.....	34
Şekil 7. Yakınlık Diyagramı	35
Şekil 8. Sistematiik Diyagramı	37
Şekil 9. Sistematiik Diyagramı	41
Şekil 10. Hata Dağılımını Gösteren Pareto Grafiği	66
Şekil 11. Balık Kılçığı (Neden-Sonuç) Diyagramı.....	67
Şekil 12. Minitab Uygulamasında Dağılım Testi	72
Şekil 13. Sınıflandırma Model ve Sonuçlar.....	73
Şekil 14. Confusion Matrix- Scorer.....	74

KISALTMALAR VE SEMBOLLER

TKK	:Toplam Kalite Kontrolü
TKY	:Toplam Kalite Yönetimi
5N1K	:”Nerede?”, “Ne?”, “Ne zaman?”, ”Nasıl?”, ”Niçin?”, “Kim?”
İKK	:İstatistiksel Kalite Kontrolü
R	:Değişim Aralığı
n	:Örneklem Büyüklüğü R
k	:Grup Sayısı
s	:Ortak Grup Aralığı
μ	:Ana Kütle Ortalaması
$\bar{X}$	:Örnek Ortalaması
σ	:Standart Sapma
ÜT	:İşletmenin Üretim Üst Toleransı
AT	:İşletmenin Üretim Alt Toleransı
ORT	:Ölçüm Değerlerinin Ortalaması
S	:Standart Sapma
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences
I	:Bireysel Gözlem Değerleri
MR	:Hareketli Aralık
p	:Kusurlu Oranı
np	:Kusurlu Sayısı
c	:Kusur Sayısı
u	:Birim Başına Kusur Sayısı
PERT	:Program Evaluation & Review Technique (Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği)
CPM	:Critical Path Method (Kritik Yol Metodu)
N	:Ana Kütle Birim Sayısı
P	:Ana Kütledeki X’in Meydana Gelme Olasılığı
d	:Örneklem Hatası

GİRİŞ

Kalite önem kazandıkça, ürün veya hizmetin hatalarını belirlemek için kullanılan kontrol kavramı önem kazanmıştır. Feigenbaum yaptığı çalışmasında kalite kontrolü kavramını, gerekli olan kalite niteliklerini taşıyan, firmanın piyasa araştırması, dizayn, AR-GE, üretim, satış ile satış sonrası hizmet vb. birimlerin belirlenen kalite seviyesinin oluşturulmasındaki faydalarının planlı hale getirilmesi şeklinde ifade etmektedir. Kalite kontrolü tüketici gereksinimlerinin karşılanması, kalite standartlarının yükseltilmesi ve kalitenin devamlılığının sağlanması gibi amaçlar taşımaktadır. Kalite kontrolü firmada bulunan bir gruba özel bir iş değil, firmanın tüm personelini kapsayan faaliyetler bütünüdür. Bu nedenle kalite kontrolü, toplam kalite kontrolü (TKK) ve toplam kalite yönetimi (TKY) kavramları daima bir arada görülmektedir (Doğan, 1991; 4).

İstatistiksel yöntemler ile sürecin her açıdan takip edilmesi, kolay ve etkili bir şekilde gerçekleşmektedir. Sürecin her zaman takip edilmesi, kusurların hemen belirlenip istatistiksel dataalar aracılığıyla sorunun nerede meydana geldiğinin kısa sürede tespit edilebilmesi imalat kalitesini yükseltecektir. İstatistiksel yöntemler ile sürece etkisi olan özel ve genel sebeplerin ayırt edilmesi basit bir şekilde yapılacak, bu da planlanan faaliyetlerin daha sağlıklı olarak sürece etki etmesini sağlayacaktır (Grant & Leavenworth, 1999; 5).

İstatistiksel kontrol yöntemlerin karmaşıklık seviyesi temel, orta ve ileri olmak üzere 3 grupta incelenmektedir. Temel seviyedeki istatistiksel yöntemler; frekans dağılımı, histogram, pareto analizi, balık kılçığı diyagramı, gruplandırma, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri olarak sıralanmaktadır. Orta seviyedeki istatistiksel yöntemler; örneklem araştırması, örneklem kontrolü, istatistiksel tahmin ve deney planlanması olarak sıralanmaktadır. İleri seviyedeki istatistiksel teknikler; çok değişkenli çözümleme, yöneylem araştırması, ileri seviye deney planlaması, beyin fırtınası ve 5N1K olarak sıralanmaktadır. Yapılan bu çalışma ile ifade edilen istatistiksel kalite kontrol yöntemleri detayları ile anlatılmaya çalışılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. KALİTE VE KALİTE KONTROLÜ

Kalite farklı insanlar tarafından farklı şekillerde tanımlanır ve değişik şekillerde iyileştirilir. Kalite iki ana kısımda düşünülebilir: üretim sonunda ortaya çıkan ürünün kalitesi ve hizmet kalitesi. Mamulün kalitesi müşteri tarafından özellikleri tanımlanabilir ve kalite, iyi üretim ve hizmetlerle geliştirilebilir. (Smith, 2004)

1.1. Kalite Kavramı

Birçok farklı şekilde tanımlanabilen kalite, tüketicinin isteklerine bağlı bir yapıdır. Bun nedenle net bir tanımı bulunmamaktadır. Kalitenin belirli bir seviyeyi, kriteri bulunmamaktadır, karşılaştırmalara dayalı olarak yorumlanabilmektedir (Doğan & Tütüncü, 2003; 27).

1.1.1. Kalitenin Tanımı

Bu bağlamda yapılan bazı çalışmalara göre kalite aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

- Deming için kalite sabit ve güvenilir olmanın en az maliyetle oazardaki ihtiyaçları karşılaması olarak açıklanabilmektedir (Doğan & Tütüncü, 2003; 27).
- Juran 1989 yılında kaliteyi tüketici için hazır hale gelme, uygunluğun sağlanmış olması olarak açıklamıştır (Juran, 1989; 15).
- Crosby'a göre kalite bir ürünün gereksinimler yönünde ne derece uygun olduğunu tespit etme şeklinde ifade edilmektedir (Bozkurt & Odaman; 1997; 4).
- Amerikan Kalite Kontrol Derneği (ASQC) kaliteyi bir ürün veya sunulan bir hizmet ile gereksinimleri yerine getirme şeklinde ifade etmektedir (Doğan, 1991; 3).

- Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO) kaliteyi bir ürün ya da sunulan bir hizmetin olası ya da net ihtiyaçları yerine getirme niteliği olarak açıklamaktadır (Bozkurt & Odaman; 1997; 4).
- G. Taguchi ise kalite kavramını ürünlerin teslim edildikten sonra halka sunmuş olduğu zararın en az seviyede olması şeklinde açıklamaktadır (Doğan, 1991; 3).

Yapılan bu açıklamalar doğrultusunda kalite kısaca bir ürün veya hizmetin istenen niteliklere uygun olma durumu şeklinde açıklanabilir. Bu doğrultuda tüketicilerin gereksinimlerini ve mali durumlarını da dikkate almak gerekmektedir (Doğan, 1991; 3). Diğer bir deyişle, kalite tüketicilerin gereksinimleri ile ilgili hedeflerin yerine getirilmesine yararı olan mühendislik ve imalat niteliklerinin tamamı şeklinde ifade edilmektedir (Kobu, 1987; 14).

1.1.2. Kalite Kontrolü

Kalite önem kazandıkça, ürün veya hizmetin hatalarını belirlemek için kullanılan kontrol kavramı önem kazanmıştır. Feigenbaum yaptığı çalışmasında kalite kontrolü kavramını, gerekli olan kalite niteliklerini taşıyan, firmanın piyasa araştırması, dizayn, AR-GE, üretim, satış ile satış sonrası hizmet vb. birimlerin belirlenen kalite seviyesinin oluşturulmasındaki faydalarının planlı hale getirilmesi şeklinde ifade etmektedir. Kalite kontrolü tüketici gereksinimlerinin karşılanması, kalite standartlarının yükseltilmesi ve kalitenin devamlılığının sağlanması gibi amaçlar taşımaktadır. Kalite kontrolü firmada bulunan bir gruba özel bir iş değil, firmanın tüm personelini kapsayan faaliyetler bütünüdür. Bu nedenle kalite kontrolü, toplam kalite kontrolü (TKK) ve toplam kalite yönetimi (TKY) kavramları daima bir arada görülmektedir (Doğan, 1991; 4).

1.1.3. Kalite Kontrolü Amaçları

Kalite kontrolünde verilmeye çalışılan esas hedef tüketicinin beklentilerini karşılayacak seviyede imalatlar yapabilmek ve bunu en az maliyet ile gerçekleştirebilmektir. Kalite kontrolü bu asıl hedeflere varabilmek için de aşağıda belirtilen amaçlara gereksinim duymaktadır (Doğan, 1991; 10, Demir ve Gümüsoğlu, 1998; 647);

- Enerji, hammadde ve iş gücü eksikliklerinin en az seviyeye düşürülmesi,
- Çalışanların makine kullanım kabiliyetlerinin geliştirerek hatalı ve belirli bir seviyenin altında imal edilen ürün sayısının en aza indirilmesi,
- Standartlara uygun kalitede, iktisadi, kullanımı kolay malzeme ve yarı mamuller için pazar araştırması gerçekleştirilmesi,
- Yapılan ürün satışından sonra üründe meydana gelebilecek tamirat ve iade gibi sorunların oluşmaması için imalat kalitesinin yüksek tutulması,
- Amaçlanan kalite standartlarını değiştirmeden ürün dizaynının ilerletilmesi,
- Kalite ve kar düzeyinin dengesine dikkat edilerek imalatın minimum maliyetle gerçekleştirilmesi,
- Stok düzeyinin mümkün olan en düşük seviyede tutulması,
- Kalitede belirli bir seviyeye ulaşarak pazarlama prosedürlerinin basitleştirilmesi,
- İmalatın sabit düzeye ulaştırılması,
- Çalışanların deneyim ve kabiliyet düzeylerinin çoğaltılıp, iş tatmini artırılarak verimin yükseltilmesi,
- Tüketici isteklerinin ön planda tutulması ve çalışmaların bu doğrultuda geliştirilmesi,
- Sektör bulunan rakip firmaların imalat düzeylerinin izlenmesi,
- İşveren ve çalışan ilişkilerinin olumlu olarak gelişim göstermesi,
- İşletmenin isminin zarar görmemesi ve işletme kalitesine güvenin yükseltilmesi şeklindedir.

1.1.4. Toplam Kalite Kontrolü (TKK)

Toplam kalite kontrolü kavramı 1950’li dönemlerde Japonya’da Deming, Juran, Feigenbaum adlı bilim adamları tarafından öne sürülmüştür (Doğan & Tütüncü, 2003; 34). Feigenbaum TKK kavramını müşteri isteklerini karşılarken, bunu en az maliyetle yapılacak seviyeye ulaştırmak için işletmenin tüm birimlerinin belirli bir kalite standardı çerçevesinde çalışmalarını sürdürmesi şeklinde açıklamaktadır (Feigenbaum, 1983; 6).

TKK yöntemini kullanan işletmelerin geri bildirimleri, TKK yönteminin önemini göstermektedir. TKK'nın kullanılması ile firma çalışanları arasında uyum yükselmekte ve ortak hedef kabul görmektedir. Bu sayede de çalışan motivasyonunda artış görülmektedir. Bununla birlikte de kalite algısı ortak amaç olarak kabul edildiğinde işletmenin maliyeti de düşüş göstermektedir (Feigenbaum, 1983; 6).

TKK'nın etkin bir yapı olabilmesi adına en temel hedef, çalışanların tamamının bu düşüncüyü benimsemesi olmaktadır. Bu etkinliğin oluşabilmesi istatistiki yöntemlerin kullanılması ve çalışanlara daha sağlıklı bir çalışma sahası oluşturulması gerekmektedir (Doğan & Tütüncü, 2003; 35).

TKK ile ilgili bir takım esas ilkeler aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Doğan & Tütüncü, 2003; 34-35);

Kalite Bilinci: Kalite hedefi ile çalışan bir firma zamanla tüketicinin beğenisini alacak, daha çok tercih edilecek ve bulunduğu piyasada elde ettiği kar miktarı artacaktır.

Tüketicilere Yönelik Kalite Kontrolü: TKK'nın hedefi tüketici memnuniyeti olduğu için tüketicinin istek ve düşünceleri son derece önem taşımaktadır.

İstatistiksel Yöntemlerin Kullanılması: İstatistiki teknik ve datalar ile TKK süreci gözlenmelidir.

Yönetim Felsefesi Olarak Çalışana Saygı: TKK'nın etkili olabilmesi adına çalışanlarının motivasyonlarının artırılması gereklidir. Bu amaç ile yöneticilerin de çalışanlara karşı saygılı, adil ve hümanist olmaları gerekmektedir.

TKK zamanla bir idare yöntemi olarak kabul edilmiş ve toplam kalite yönetimi (TKY) olarak ifade edilmeye başlanmıştır. TKY'de müşteri odaklılık ön planda tutulmuş ve idare anlayışı bu doğrultuda gelişim göstermiştir. TKK'dan TKY'ye geçişte alınması gereken kararlarda müşteri memnuniyeti, müşterinin mutlu olması gibi kavramların göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Doğan & Tütüncü, 2003; 35-36).

1.1.5. Toplam Kalite Yönetimi (TKY)

TKY daha çağdaş bir idare yöntemi olarak ifade edilmektedir (Doğan & Tütüncü, 2003; 36). Piyasada kendini ispat etmiş güvenilir bir yöntem olarak bilinmektedir. TKY en iyi amaçlayanların kullandığı bir idare biçimidir. İşletme çalışanlarının hepsinin katılımıyla müşteri memnuniyetini yükseltmeyi amaçlayan bir idare yöntemidir (Besterfield vd., 1995: 2).

TKY kavramı için yapılan çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır. Bunlardan bazılarını aşağıdaki gibi açıklamak mümkündür (Abasov, 2002; 9-10);

- Pfau 1989 yılında yapmış olduğu çalışmada, işletmede bulunan bütün birimlerin gayretleri ile ürün ya da sunulan hizmetin en düşük maliyetle müşteriye ulaştırılması olarak açıklamaktadır.
- Atkinson 1990 yılında yapmış olduğu çalışmada, toplam TKY kavramını daimi olarak ilerleyen bir gelişim sürecini amaçlayan hizmet veya ürün imalatı için kullanılan bir teknik şeklinde açıklamaktadır.
- Deming Ödülü Komitesi' ne göre TKY, müşteri gereksinimlerini karşılarken firma ekonomisini de göz önünde bulunduran faaliyetlerin tamamıdır.
- Luthans 1995 yılında yapmış olduğu çalışmada, TKY kavramını üst kademe idarenin meydana getirdiği ama bir süre sonra çalışanların tamamını ilgilendirmeye başlayan bir teknik olarak açıklamaktadır.
- Hellriegel ve arkadaşları 1999 yılında yapmış oldukları çalışmalarında TKY kavramını işletmede bulunan tüm çalışanları imal edilen ürün veya sunulan hizmet kalitesi karşısında sorumlu tutan bir yapı olarak açıklamaktadır.

TKK ile ilgili bir takım esas ilkeler aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Besterfield, 2004; 23-54);

Liderlik: TKY'nın etkinliği için uygun bir yöneticiye gereksinim duyulmaktadır. Tüketicinin beklentilerini anlayarak kendini onlar yerine koyabilmeli ve bunu daima devam ettirebilmelidir. Ayrıca TKY sürecinde katılım göstermeli, yapılması gereken iyileştirme faaliyetlerine destek olmalı, olası tüm problemlere karşı pratik olmalı ve deneyimlerini ortaya koymalıdır.

Müşteri Memnuniyeti: TKY için müşteri en önemli faktördür. Bu nedenle şirketler kendilerini seçen tüketiciyi bilerek, iyi değerlendirip, bu yönde kalite ölçütleri oluşturmalıdır. Bir işletme için yeni bir müşteri elde etmek, sürekli müşterisini kaybetmemekten daha maliyetli bir olaydır. “Müşteri her zaman haklıdır” ilkesi ile işletmeler müşteri memnuniyeti için her ne gerekiyorsa yerine getirmelidir.

Ekip Çalışması: TKY kavramına göre, amaçlanan kalite işletmenin belirlenen birim ya da bölümleri ile ulaşamayacağı için işletmenin tüm bölüm ve çalışanlarının TKY sürecine etkili olarak katılım göstermesi gerekmektedir. Bu gereklilik ise çalışanların tamamının ekip çalışması ile ilgili bilgi sahibi olmalarını gerektirmektedir.

Sürekli İyileştirme: TKY devamlı gerçekleştirilen bir iyileştirme ile imalat sürecini en iyi düzeye ulaştırmayı amaçlamaktadır. Bu amaca varabilmek için imalat süreci daima kontrol altında tutularak, meydana gelen aksaklıkların sebeplerinin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bunun dışında istatistiksel kontrol dataları, kalite fonksiyon göçerimi ve karşılaştırmalardan yararlanmak gerekmektedir.

Tedarikçilerle İşbirliği: Kalitenin önemli bir bölümünü hazırlık yapanlar etkilemektedir. TKY kavramına göre tedarikçiler amaçlanan kalite için iş ortaklarıdır. İmalat için tüketilen paranın yaklaşık %40'ının satın alınması planlanan malzemelere verildiği düşünülürse, tedarikçilerin önemi daha iyi anlaşılacaktır. Bu nedenle kalite yükseltme çalışmalarında tedarikçilerin de bulunması gerekmektedir.

1.1.6. İstatistiksel Kalite Kontrolü (İKK)

İstatistiksel kalite kontrolü ilk olarak 1924 yılında, Walter E. Shewhart tarafından kullanılmıştır. İKK, tespit edilen kalite standartlarında ürün sunabilmek adına tüm imalat sürecinde istatistiki tekniklerin kullanılması şeklinde açıklanmaktadır (Doğan, 1991; 75).

İstatistiksel yöntemler ile sürecin her açıdan takip edilmesi, kolay ve etkili bir şekilde gerçekleşmektedir. Sürecin her zaman takip edilmesi, kusurların hemen belirlenip istatistiksel datalar aracılığıyla sorunun nerede meydana geldiğinin kısa sürede tespit edilebilmesi imalat kalitesini yükseltecektir. İstatistiksel yöntemler ile sürece etkisi olan özel ve genel sebeplerin ayırt edilmesi basit bir şekilde yapılacak,

bu da planlanan faaliyetlerin daha sağlıklı olarak sürece etki etmesini sağlayacaktır (Grant & Leavenworth, 1999; 5).

1.1.6.1. İstatistiksel Kalite Kontrolünün Uygulanmasında Karşılaşılan Sorunlar

İKK çalışmalarında fayda görülebilmesi için işletme idaresinin meydana gelecek faydaya inancı son derece önem taşımaktadır. Bu nedenle de gereken desteği vererek bu sürece öncülük etmesi gerekmektedir. İşletmede bulunan idare ekibinin İKK faaliyetlerinin devamlı olması gereken uygulamaları olduğunu idrak etmesi gerekmektedir (Juran, 1989; 72, Yüksel, 1998; 39).

İKK faaliyetlerinden gerekli verimin elde edilebilmesi için uygulanacak faaliyet ile ilgili yeterli bilginin ve eğitimin sağlanmasıdır. İşletmenin İKK faaliyetlerine geçmeden önce çalışanların tamamının bu faaliyetler ile ilgili bilgi sahibi olması için çalışmalar yapması gerekmektedir. Bu kapsamda verilecek eğitimler ile çalışanlara uygulamaların ne amaçla yapıldığını ve neden yapıldığını açıklamak gerekmektedir. Verilen eğitimler tamamlandığında tüm personel bilinçli olacağı için sonucunda da kalite ve süreç çalışmaları daha etkili ve verimli olarak sürdürülecektir (Juran, 1989; 321).

İKK faaliyetlerinde meydana gelebilecek sorunlardan bir diğeri de sonuç odaklı veya soruna dair çözüm bulma yerine araç odaklı araştırmalarda bulunmaktır. 1980’li yıllarda birçok işletme kalitede amaçlarını meydana getirip sonrasında bu amaçları ilerletmek yerine, çalışanlarına İKK teknikleri dışında eğitim sunulmamıştır. Bu yanlış algı sonucunda kalite daha iyi yerlere ulaşamamıştır. İKK faaliyetlerinde öncelikli amaçlar tespit edilmelidir, sonrasında bu amaçlara varabilmek amacıyla gerekli araçlar belirlenmelidir (Juran, 1989; 171).

Kalite yükseltme sürecinde oluşan farklı problemleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Yüksel, 1998; 41-42):

İletişim Eksikliği: İşletmedeki birey ve birimler arasında meydana gelen iletişim eksikliği, kalite yükseltme sürecini olumsuz etkilemektedir. Kalite yükseltme sürecinin daha etkili olabilmesi için; işveren, çalışan ve tedarikçiler arasında gerçekleşen iletişimin en iyi seviyede olması gerekmektedir.

Kaynakların Yetersizliği: Kaynakların yetersiz olması kalite iletme faaliyetlerini geriletecek ya da tamamen durduracaktır. Yapılan çalışmaların amaçlarına ulaşabilmesi için kaynaklar zamanında ve yeterli seviyede olmalıdır.

Problemlerin özümünde Yanlış İstatistiksel Yöntemlerin Kullanılması: Kalite iletmesinde istatistiksel teknikler ele alınarak kusurların ayırt edilmesi basit bir hale gelmekteyken, yanlış kullanımları halinde bu sonuçlar alınamayacak ve süreç bundan olumsuz etkilenecektir.

Değişime Karşı Gösterilen Direnç: İşletmede kullanılmak istenen yeni tekniği çalışanların hemen kabul etmesi ve buna uyum sağlaması beklenemez, bu olayın zamanla gerçekleşmesi gerekmektedir. Faaliyetlerin uygulanabilmesi için, idarenin çalışanlara gerekli eğitimi sağlaması gerekmektedir. Ayrıca idare liderlik özellikleriyle yenileşme için kararlı olduğunu belirterek destek olmalıdır.

Problemlerin İşletme İçin Tehdit Edici Bir Öğe Olarak Görölmemesi: İşletmede oluşan problemler, problemi ortadan kaldırmak için sorumlu birey ve birimlerce basite alınarak önemslenmemektedir. Bu hatalı davranış yerine gerekiyorsa işletmede dışından konu ile ilgili uzman bireylerin işletmeye getirilerek fikirlerinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROLÜ YÖNTEMLERİ

İstatistiksel kalite kontrol teknikleri sürecin her bir basamağında kullanılır. Ham maddenin geliştirilmesi, iş gücü, malzemenin verimli kullanımı, üretim duruşlarından ötürü meydana gelen maliyetlerin düşürülmesi, bakım maliyetlerinin azaltılması, arızalı ürün sayısının azalma ve müşteri ile aralarındaki bağın güçlenmesinde bu teknikler oldukça yararlıdır (Aft, 1988: 24).

2.1. İstatistiksel Kalite Kontrol Teknikleri

İstatistiksel kalite kontrol teknikleri sürecin her bir basamağında kullanılır. Ham maddenin geliştirilmesi, iş gücü, malzemenin verimli kullanımı, üretim duruşlarından ötürü meydana gelen maliyetlerin düşürülmesi, bakım maliyetlerinin azaltılması, arızalı ürün sayısının azalma ve müşteri ile aralarındaki bağın güçlenmesinde bu teknikler oldukça yararlıdır (Aft, 1988: 24).

İstatistiksel kalite kontrol teknikleri; sürecin takibini, sürecin kontrol dışına çıkmasını sağlayan faktörlerin tespitinde ve bunların yok edilmesinde önemli bir faktördür. Kontrol dışına çıkan her süreçte değişkenliğin etkisi söz konusudur. Günümüzde işletmeler üretim sürecinde her ne kadar gelişmiş yazılımlar ya da teknolojiler kullansalar da süreçlerde değişkenlik hala söz konusudur (Aslan, 2015: 16). Süreçlerde meydana gelen değişkenliklerin nedenleri özel ve genel olarak iki grupta toplanabilir. Özel nedenler, üretim için alınan malzemenin homojen olmaması, üretimde kullanılan ekipmanın bozulması, işçilerin dikkatsizliği ya da ürünün birden fazla ekipmandan geçmesinden ötürü ekipmanın birinde arızanın oluşmasıdır. Genel sebepler, imalat parametrelerinin birinde tesadüfen meydana gelen bir başlarına çok büyük problemler ortaya çıkarmayan nedenlerdir. Titreşim, sıcaklık, nem vb. örnek olarak gösterilebilir. Eğer bir süreç genel sebeplerin tesiri altındaysa o proses istatistiksel anlamda kontrol altında bulunmaktadır (Banks, 1989: 104).

İstatistiksel kontrol yöntemlerin karmaşıklık seviyesi temel, orta ve ileri olmak üzere 3 grupta incelenmektedir. Temel seviyedeki istatistiksel yöntemler; frekans dağılımı, histogram, pareto analizi, balık kılçığı diyagramı, gruplandırma, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri olarak sıralanmaktadır. Orta seviyedeki istatistiksel

yöntemler; örneklem araştırması, örneklem kontrolü, istatistiksel tahmin ve deney planlanması olarak sıralanmaktadır. İleri seviyedeki istatistiksel teknikler; çok değişkenli çözümleme, yöneylem araştırması, ileri seviye deney planlaması, beyin fırtınası ve 5N1K olarak sıralanmaktadır.

2.1.1. Temel İstatistiksel Kontrol Yöntemleri

Temel İstatistiksel Kontrol Yöntemlerinde kullanılan temel araçlar aşağıdaki başlık altlarında incelenmiştir.

2.1.1.1. Frekans Dağılımı (Çetele Diyagramı)

İstatistik alanında kullanılan veriler çoğunlukla belirli bir uyum içerisinde değildir. Düzensiz halde bulunan bu verilerden ise anlamlı bulgular elde etmek oldukça zordur. Frekans dağılımı yöntemi ise düzensiz halde bulunan bu verileri belirli bir düzen içine alarak anlamlı bulgular elde edilmesini sağlamaktadır.

Frekans en kısa haliyle bir olayın meydana gelme olasılığı olarak ifade edilmektedir. Gözlemlerin sonucunda belirlenen değerlerin meydana gelme olasılığı o olayın frekansını ifade etmektedir. Olayların frekanslarının tespit edilmesi esas olarak bir sayma ve sınıflandırma prosedürü olarak açıklanmaktadır. İfade edilen bu prosedürlerin tamamı tablolar ile gösterilmektedir (Alpar, 2000: 134).

Frekans dağılımı tablolarında çoğunlukla frekans, kümülatif frekans, yüzde değerleri, kümülatif yüzde değerleri bulunmaktadır. Frekans meydana gelme sıklığını, yüzde meydana gelme sıklığının kümedeki yüzdesini göstermektedir. Kümülatif frekans ise bir önceki frekans değeri ile toplanarak elde edilmektedir. Kümülatif yüzde frekansı da kümülatif frekansa benzer şekilde bir önceki yüzde değeri ile toplanarak elde edilmektedir. Kümülatif değerlerin elde edilebilmesi için minimum olarak sıra yapıda olan üç kategori gereklidir. Frekans tabloları gözlemlerdeki tek bir değişkeni açıklayabileceği gibi iki ya da daha çok değişkeni de açıklayabilmektedir (Oakland, 2003: 39).

2.1.1.2. Histogram

Parametrelerin yatay ekseninde değerlerinin, dikey ekseninde ise frekanslarının yer aldığı dikdörtgen şeklindeki görsellerle ifade edilen grafikler histogram olarak adlandırılmaktadır. Bahsedilen bu histogramlar genel anlamda bir olayın ne sıklıkta meydana geldiğini belirlemek, ortaya çıkan zaman dilimi içinde bu problemin daha sık meydana gelip gelmediğini belirlemek ve oluşan dağılım grafiğini belirli bir dağılım ile karşılaştırmak için gereklidir. Buna göre her bir histogramın sadece bir özelliği analiz edebileceğini söylemek mümkündür (Özcan, 1996: 154).

Histogram yardımı ile elde edilecek dağılımların büyüklük, simetri ve asimetri olma durumları gösterilebilmektedir. Belirlenen bu yapılarla da olası sorunlar tespit edilebilmektedir. Histogramlar daha doğru bilgi verebilmesi amacıyla 50-100 arasında veri sayısında kullanılmalıdır (Ryan: 1986: 26).

İstatistiksel kalite kontrol yöntemi olarak kullanılmakta olan histogramlar için önemli noktalar aşağıdaki gibidir (Özen: 2012: 63);

- Gözlemler nicel olmalıdır.
- Yatay eksene gözlem değerleri, dikey eksene frekanslar eklenmelidir.
- Her histogram bir özellik için oluşturulmalıdır.
- Grup sayıları 5-20 arasında olmalıdır.
- Grupların aralıkları eşit düzeyde olmalıdır.
- Güvenilir sonuçlar elde edebilmek için veri sayısının en az 50 olması gerekmektedir.

Histogramlar aşağıda belirtilen aşamalar sonucunda meydana gelmektedir (Özen: 2012: 63);

- Örneklem büyüklüğü (n) tespit edilmelidir.
- Ele alınan örneklemin özellikleri tabloya aktarılmalıdır.
- Çalışmada kolaylık sağlaması adına veriler küçükten büyüğe sıralanmalıdır.
- Ele alınan veriler için gruplandırılmış frekans dağılımı meydana getirilir.
- Veriler arasından en büyük ve en küçük değerler belirlenerek aralarındaki R(değişim aralığı) elde edilir.

$$R = X_{max} - X_{min}$$

- Veri sayısı ile orantılı olarak k (grup sayısı) tespit edilir. Grup sayısı üç şekilde belirlenebilmektedir. Bunlar;

Birincisi;

Tablo 1. Veri Sayısı ve Grup Sayısı

Veri Sayısı (n)	Grup Sayısı (k)
50'nin altında	5-7
50-100	6-10
100-250	7-12
250'nin üzerinde	10-20

İkincisi;

$$k = \sqrt{n}$$

Üçüncüsü ise Sturges kuralıdır. Bu kurala göre n=veri sayısı ve k=minimum grup sayısı olmak üzere;

$$k = 1 + 3,22 \log(n)$$

şeklinde elde edilmektedir.

- Ortak grup aralığı belirlenmelidir.

R= değişim aralığı, k= grup sayısı ve s= ortak grup aralığı olmak üzere;

$$s = \frac{R}{k}$$

olarak elde edilir.

- Gruplar için sınırlar tespit edilmelidir. Bunun için ortak grup aralığı en küçük gözlem değerine eklenmelidir.

- Gruplandırılmış frekans dağılımı meydana getirilir ve bu dağılım ile orta noktalar tespit edilir.
- Yatay ekseninde ortak grup aralıkları ve dikey ekseninde frekanslar olacak şekilde histogram elde edilmektedir.
- Histogramda çizilen eğrinin çarpıklık ve basıklık değerlerinin -2 ile +2 arasında olması değişkenliğin normal dağıldığını göstermektedir.

2.1.1.3. Pareto Diyagramı

Kalite kontrol yöntemlerinden biri olan pareto analizi, 1897 yılında İtalyan bir iktisatçı olan Wilfredo Pareto tarafından öne sürülmüştür. Pareto analizi ile hedeflenen ülkelerde meydana gelen gelir eşitsizliğini öne çıkarmaktır. Fakat sonrasında 1907 yılında Amerikan ekonomist M.C. Lorenz pareto analizine bir grafik yardımı ile destek olmuştur (Zeyveli ve Selalmaz, 2008: 38).

Pareto analizi 20-80 yöntemi olarak da bilinmektedir. Bu adı ile pareto analizi ülke gelirinin %80'inin ülkenin %20'lik kesiminin kullandığını; gelirin %20'sinin ise ülkenin %80'i tarafından paylaşıldığını ifade etmektedir.

Pareto Analizi, bir problemin önemli nedenlerini, daha önemsiz nedenlerden ayırt etmek için kullandığımız bir çubuk diyagramıdır. Söz konusu bu analiz kontrol tabloları ya da diğer veri toplama yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır. Elde edilen analiz sonucunda bilginin gittikçe arttığı görülmektedir. Büyük kayıplara neden olan küçük sebeplerin belirlenmesinde büyük rol oynayan bu diyagramda en önemli adım problemlerin önem sırasına göre sıralanmasıdır. Bu sayede hangi sorunun öncelikli olarak ele alınması gerektiğinin görülmesi kolaylaşmaktadır (Smith, 1998: 31).

Pareto analizinin adımlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Wheeler, 1992);

- Problem belirlenir.
- Probleme ait sorunlarla ilgili veriler kategorize edilir.
- En uygun ölçüm birimi saptanır.
- Gerekli bilgiler bir araya getirilir.
- Veriler listelenir.

- Grafik çizilir ve analiz edilir.

Pareto analizini kullanmanın sağlayacağı bazı yararlar bulunmaktadır. Bu yararları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Wheeler, 1992);

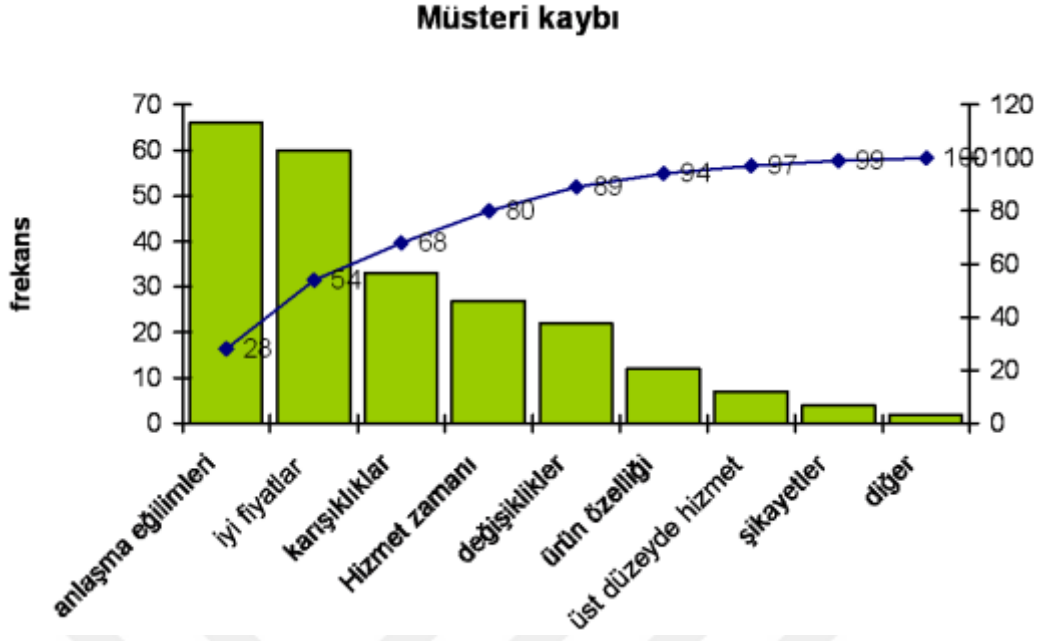
- Problemin içindeki en önemli neden kolayca belirlenir.
- Hatalar kolayca saptanabilir.
- Problemlerin % oranları kolayca hesaplanabilir.
- Takım çalışmalarında ortak karar almayı kolaylaştırır.
- Problemler kolayca karşılaştırılabilir.

Pareto diyagramı bir örnek ile açıklanacak olursa; bir firma müşteri kaybı sorununda pareto analizi yöntemini uygulamaktadır. Bunun nedenleri ile ilgili farklı çalışmalar gerçekleştirilmekte ve çalışmalar sonucunda veriler gruplara ayrılmaktadır. Bu gruplar aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

Tablo 2. Pareto Analizi İçin Veriler

Rakiplerin anlaşma eğilimleri	66
Rakiplerden daha iyi fiyatlar	60
Faturalamadaki karışıklıklar	33
Hizmet zamanı	27
Satıştaki değişiklikler	22
Daha çok ürün özelliği	12
Üst düzeyde hizmet	7
Telefon sistemindeki şikâyetler	4
Diğer	2
Toplam	223

Belirtilen bu veriler ile firmanın müşteri kaybı nedenlerini belirlemek için yapılan pareto diyagramı aşağıdaki gibi elde edilmektedir;



Şekil 1. Pareto Analizi ile Elde Edilen Grafik

Pareto diyagramı sonucunda müşteri kaybının %80'inin ilk 4 nedenden kaynaklandığı görülmektedir.

2.1.1.4. Balık Kılçığı Diyagramı (Sebe- Sonuç)

Balık kılçığı tekniği tespit edilen problemlere karşı kesin çözümler getirebilmek için kök nedenlerini araştırmaya yönelik bir tekniktir. Bu teknik kalite kontrolünde kullanılan araçlardan bir tanesidir. Balık kılçığı diyagramı ilk kez Kaoru Ishikawa tarafından 1943 yılında ortaya çıkarılmıştır ve Japonya'da kısa sürede yaygınlaşmıştır (Pekmezci, 2005: 38).

Balık kılçığı tekniğinin nasıl uygulandığı ile ilgili aşamaları aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür (Özer: 1990: 121);

- Sorun tespit edilir.
- Sorunla ilgili bilgisi olan bireylerle bir grup oluşturulur.
- Bir balık kılçığı çizilir ve balığın başına sorun yazılır.
- Sorunu meydana getiren nedenler tartışılır ve ana başlıklar tespit edilir. (İnsan, makine, malzeme, dış etkenler, ölçüm gibi.)
- Çizilen balığın kılçıklarına tespit edilen esas nedenler yazılır.

- Her grup için beyin fırtınası yapılarak sorunu meydana getiren etmenler tespit edilir ve ana başlığın altına yazılır.
- Belirlenen sorunlara çözümler üretilir.
- Sorunun esas nedenini grup tespit etmektedir.
- Sorunun çözümü için beyin fırtınası sürdürülmektedir.

Balık kılçığı tekniğini kullanmanın bazı yararları aşağıdaki gibi özetlenmektedir (Özer: 1990: 121);

- Sorunun asıl sebebine varıldığı için geçici çözümler yerine kalıcı çözümler oluşturulmaktadır.
- Firmanın, ürün kalitesi arttırmaktadır.
- İş görenlerin çeşitli kategorilerde düşünebilme ve çözüm bulma kabiliyetini ilerletmektedir.
- Verimlilik sağlamaktadır.
- İş görenlerin bir arada çalışma yeteneklerini geliştirmektedir.
- Grubun derin ve objektif düşünebilme kabiliyetini geliştirmektedir.

2.1.1.5. Gruplandırma (Tabakalama)

Nitelik olarak birbirine yakın olan maddeleri bir araya toplama işlemi gruplama olarak adlandırılmaktadır. Örneğin mesleki istatistikler oluşturulurken serbest çalışan doktor, avukat, dişçi, tüccar gibi meslekler “serbest meslekler” grubuna dahil edilmektedir. Gruplama ile bir araya getirilen veriler ile ilgili daha geniş ve açık bilgiler elde edilebileceği gibi, her grupta bulunan frekans sayısı da artmaktadır. Gruplamanın bu gibi faydalarının dışında bazı sakıncaları da bulunmaktadır. Örneğin grup kısıtlarının belirlenmesi önemli bir sorun oluşturmaktadır. Günlük gelirleri “12-16 dolar”, “16-20 dolar” gibi gruplara ayırdığımızda, 16 doların hangi gruba gireceği belirsiz kalmaktadır. Bu gibi durumlarda “12-16 dolardan az”, “16-20 dolardan az” gibi bir gruplama yapılmalıdır. Gruplama yapılırken grup sayısı çoğunlukla 7-20 arasında tutulmaktadır. Nicel özelliklere göre oluşturulan gruplamada gruplara “sınıf”, gruba girebilecek en küçük şıkkın değerine “sınıf alt sınırı”, en büyük şıkkın değerine de “sınıf üst sınırı”, bunlar arasındaki farka “sınıf aralığı” ve sınıf kısıtlarının aritmetik ortalamasına “sınıf ortalaması” denilmektedir (Okursoy, 2003: 108).

Bir örnek ile açıklanacak olursa; 1993 verileri ile dünyadaki 30 büyük şehir nüfuslarına göre gruplandırılarak frekans dağılımları ile gösterilmektedir.

Tablo 3. Gruplandırma

Nüfus grupları(*1000 kişi)	Şehir Sayısı (Frekans)
3000 - 4000 den az	6
4000 - 5000 den az	6
5000 - 6000 den az	4
6000 - 7000 den az	6
7000 - 8000 den az	2
8000 - 9000 den az	4
9000 ve üzeri	2

Verilen bu örnekte 3000-4000 den az sınıfının alt sınırı “3000”, üst sınırı “4000”, sınıf aralığı “4000-3000=1000” ve ortalaması “ $(3000+4000)/2=3500$ ” olarak hesaplanmaktadır. “9000 ve üzeri” sınıfı ise açık sınıf aralığı olarak ifade edilmektedir.

2.1.1.6. Serpilme Diyagramı

Serpilme diyagramı, imal edilen bir ürünün kalitesine etki eden iki niteliği ele alarak bu nitelikler arasında bir korelasyon bulunup bulunmadığını test etmek üzere kullanılmaktadır. Diğer bir ifadeyle serpilme diyagramı, iki değişken arasında bulunan lineer ilişkinin derecesini ve ne yönde olduğunu tespit etmektedir (Özdamar, 1997: 204).

Korelasyonlar, deterministik-stokastik ve pozitif-negatif olmak üzere iki şekilde elde edilmektedir. Deterministik korelasyonlar ile ele alınan değişkenlerin bir doğru üzerinde meydana geldiği ifade edilmekte iken, stokastik korelasyonlar iki değişken arasındaki ilişkinin olasılıklı bir formda olduğunu yani lineer bir doğruya sahip olmadığını ifade etmektedir. Bunun dışında iki değişken arasındaki ilişkinin aynı yönde olması pozitif korelasyonu ifade etmekte iken, değişkenlerin ters yönde olması negatif korelasyonu ifade etmektedir (Akın, 1996: 36).

2.1.1.7. Kontrol Grafikleri

Kalite kontrol yöntemlerinden biri olarak kullanılan kontrol grafikleri ile ele alınan ürünün kalitesinin teknik özellikleri, daha önceden belirlenen değerler ile karşılaştırılmaktadır. Oluşturulan kontrol grafikleri bir ürün ile ilgili bir sorun olduğunu belirtmektedir. Fakat sorunun kaynağını göstermemektedir (Özen, 2012: 19).

Kontrol grafikleri genellikle normal dağılım gösteren verilere uygulanmaktadır. Ama bazı istisnai durumlarda normal olmayan verilerde de uygulandığı görülmektedir.

Ürünlerin yapısına bağlı olarak kullanılan kontrol grafiği de değişkenlik göstermektedir. Eğer ürün ölçülebilir özelliklere sahipse nicel kontrol grafikleri kullanılır. Fakat özellikler değerlendirilebilir, yorumlanabilir yapıda ise nitel kontrol grafikleri kullanılmaktadır (Özkale, 2004: 126).

Üretimde kullanılan sürecin istatistiksel açıdan kontrol altında tutulması amacıyla kontrol sınırları kullanılmaktadır. Kontrol grafiğinde belirlenen alt ve üst sınırlar ürünler için yönetsel bir anlam taşımaktadır. Bu nedenle imal edilmesi için onaylanan ürünlerin öncelikle kalite standartları tespit edilmelidir. Bu standartlar ve teknik ölçüler de belirlendikten sonra ürün imal aşamasına geçmelidir. Belirlenen teknik ölçüler için bir kesinlik bulunmamaktadır. Daima bir tolerans marjı bulunmaktadır. Bu teknik özellikleri belirleyenler işletmeler için tüketim yapanlar, imalattan mesul olan mühendis ve yöneticilerdir (Patır, 2009: 238).

Kalite toleranslarının sebepleri araştırıldığında iki neden ortaya çıkar:

Genel nedenler: Süreçte ürün oluşumuna etki eden nedenlerin tamamında daima var olan ortak nedenlerdir. Kalite programının niteliği, üretim için kullanılan malzeme özellikleri, üretim koşulları, teçhizatların işlevselliği, çalışanların sosyal hakları gibi nedenlerdir.

Özel nedenler: Süreçte ürün oluşumuna etki eden nedenlerin bazılarında her zaman ortaya çıkmayan aksaklıklardır. Makinelerden birinin arızalanması, işçilerin işi ağırdan alması veya ürün için kullanılacak hammaddenin belirlenen ya da istenilen kalitede olmaması gibi nedenlerdir.

Kontrol edilecek sürecin istenilen karakteristik sayısına göre iki esas kontrol grafiği vardır. Bunlar tek parametrelil kontrol grafiği ve çok parametrelil kontrol grafiği şeklindedir. Tek parametrelil kontrol grafiği sadece bir kalite özelliğini ifade eden grafik iken, çok parametrelil kontrol grafiği ise birden fazla kalite özelliğini ifade etmektedir (Okursoy, 2003: 37).

İstatistiksel kalite kontrol grafikleri ürün, müşteri ya süreç için önemli olan ve gözlemlenmesi geren kalite karakteristiklerinin hedefe yakın durmasını ve spesifikasyon sınırları içinde kalmasını sağlayan bir çizgi grafiğidir ve iki çeşidi vardır; nicel ve nitel kontrol grafiği. Her proseste ölçülebile kalite parametresi olduğu gibi ölçülemeyen parametrelerde bulunmaktadır. Kalite parametresi herhangi bir şekilde ölçülebiliyorsa nicel kontrol grafiği, eğer ölçülemiyor ve hatalı hatasız olarak ayrılabiliyorsa nitel kontrol grafiği kullanılır (Oktay, 1998: 102).

Nicel Kontrol Grafiği: Bir sürecin arzu edilen kalitesini seviyesini devam ettirebilmenin en etkili yolu kontrol grafikleridir. Nicel kontrol grafikleri süreçlerde oluşan ürünlerin kalitesine etki eden parametrelerin ölçülebilir özelliklerini görmek için kullanılır. Bu özellikler, uzunluk, ağırlık, çap kalınlık vb. örnekler verilebilir.

Nicel kontrol grafikleri iki farklı yoldan oluşturulabilir. Bunlardan ilki standartları verilmiş olan kontrol grafiğidir. Bu ana kütle ortalaması (μ) ve standart sapmasını bilindiği anlamına gelmektedir. İkincisi bu parametrelerin bilinmeyip, örneklemelerin ortalamasını ve ayrı olarak ortalamalarında ortalaması bulunması gerekmektedir. Örneğin, $n=8$ hacimlik örneklem büyüklüğünde 30 tane örneklemi rassal olarak çektikten sonra her bir örneklem için ortalama ($\bar{X}_i$) ve ortalamaların ortalamasını ($\bar{\bar{X}}$) bulunmasına gerek yoktur, kütle ortalamasının ve standart sapmasının bilinmesi durumunda, sürece dair kararda verilebilir. Bu şekilde oluşturulan grafik standartları verilmiş kontrol grafiği anlamına gelir (Kayadelen, 2007: 629).

Kontrol grafikleri ile hem alınan gözlemlerin ortalamalarının dağılımı hem de alınan gözlemlere ait dağılım ölçülerinin yayılımı takip edilir. Kontrol grafiklerinde ortalama için grafik “ $\bar{X}$ Grafiği”, standart sapma için kullanılan grafik “S Grafiği” ve değişim aralığı için kullanılan grafik ise “R Grafiği” olarak isimlendirilir. Ortalama

grafığı standart sapma veya değışim aralığı grafığı ile birlikte kullanılır. Bunun gerekçesi, ortalamalar birebir aynı olmakla beraber standart sapmalar büyük olup proses kontrol dışı olabilir. Sadece ortalamalar grafığı kullanılırsa bu değışkenlik fark edilemez ve hatalı ürünlerin olduğı bilinemez. Ayrıca sadece dağılma ölçüleri için kontrol grafikleri (standart sapma grafığı veya değışim aralığı grafığı) düzenlenirse $\bar{X}$ grafığındeki değışmenin farkına varılmayacak ve hatalı ürünün varlığı anlaşılamayacaktır (Çelik, 2015: 49).

Ortalama ($\bar{X}$) ve Aralık (R) Kontrol Grafığı:

Literatürde kalite parametreleri için en fazla kullanılan süreç ortalamasının ve aralığını ifade eden grafıktır. Bir üretim sürecinin analizini kolaylaştırmak için, veri grupların ortalamaların ölçümleri ve maksimum ile minimum değerlerini yani aralıklarını gösteren bir çizelge oluşturabilir. Bahsedilen çizelge çifti “ $\bar{X}$ -R Kontrol Grafığı” olarak adlandırılmaktadır. Bu grafik; tek seferlik ya da belli bir sıklıkta alınan örnek ortalamalarının, kalite de istenilen ya da hedeflenen ortalamaya göre nerede durduğunu belirler. Değışim aralığı şemaları, örnekler içindeki tekil verilerin arasındaki değışikliği gösterir. Bu iki çizim birbirlerinin tamamlayıcısıdır. Çünkü örnek ya da örnekler kontrol altına alınmış bir süreçte hem makul bir ortalamaya hem de ölçümlerin uygun aralığına sahip olmalıdır.

Nicel kontrol grafikleri ölçülebilir kalite özellikleriyle ilgili hem ortalama ve aralık hem de ortalama ve standart sapma grafikleri kullanılabilir. Tam bu noktada hangisini kullanılmasının daha doğru olduğı aklara gelebilir. Örneklem hacmi bize bu konuda yardımcı olabilir. Eğer örneklem hacmi 10'un altındaysa ortalama ve aralık kontrol grafığı, 10 ve üstü ise ortalama ve standart sapma kontrol grafığı kullanılması daha doğru olacaktır (Barnes, 1994: 81).

Kontrol çizelgesi hazırlanırken örneklem büyüklüğü ve örneklem sıklığı belirlenmesi gerekir. Örneklem büyüklüğü arttığında süreçteki küçük değışimlerin tespit edilmesi daha kolay hale gelir, yani kontrol çizelgesi daha hassas olur. Süreçteki hatalara daha iyi hakim olabilmek için örnek alma sıklığını mümkün olduğunca kısa tutmaya çalışılmalıdır böylelikle prosesteki değışimlerin yakalanma şansını artırır.

$\bar{X}$ ve R çizelgeleri, süreç çıktılarının belli miktara sahip genellikle küçük gruplar şeklinde ölçümlerinden hesaplanarak kurulur. Alınacak veriler sabit büyüklükte küçük alt gruplardan 3 ile 5 arası birbirini takip eden parçaların periyodik olarak (diyelim ki 30 dakikada bir, vardiyada 3 kere ya da belirlenen uygun zaman aralıklarda) belirlene parametrelerin ölçülerek hesaplanmasından elde edilir. Verilerin alınmasıyla ilgili bir plan oluşturulmalı ve bu plan doğrultusunda veriler toplanmalı, kayıt altına alınmalı ve kontrol grafikleri üzerine işlenmelidir (Aslan, 2015: 16).

Ortalama ve aralık değişimi değerleri y eksen üzerinde, diğer alt gruplar x eksenini üzerinde gösterilir. Her bir alt grup için ortalama değerleri grafiğin üst tarafında süreç esnasında aldığımız değerleri sistemli bir şekilde herhangi bir forma kaydedilir ve bu veriler doğrultusunda ortalama ve aralık değişimi değerleri hesaplanarak $\bar{X}$ ve R grafikleri çizilir. Bu formda incelenen üretim prosesi ile ilgili tarih ve yapılan işi detaylı bir şekilde açıklayan gerekli tanıtıcı bilgiler mutlaka bulunmalıdır. Kontrol grafikleri için skalanın belirlenmesi gerekir. Skala başlangıçta $\bar{X}$ grafiği için en yüksek ve en düşük alt grup ortalama değerleri arasındaki farkın en az iki katı, aralık değişimi grafiği için ise sıfır ile aralık değişiminin en yüksek değeri arasındaki farkın yaklaşık iki katı kadar olmalıdır (Akın, 1996: 56).

Kontrol grafikleri genelde belli üretim hacmine ulaşınca belirli sayılarda istenilen üretim sürecinden geçtikten sonra örnek alınmasına göre veya belirlenen zamanlarda belirlenen tutarlarda veri alınması ile oluşturulabilmektedir (Aslan, 2001: 43). Kontrol grafiğini ne şekilde oluşturduğumuz fark etmez bu tutar ya da zaman dilimleri x ekseninde bulunmaktadır. Ölçümü yapılan kalite parametresi ile ilgili değerler ise y ekseninde bulunmaktadırlar. Süreç hedeflenen şekilde gittiği sürece, veriler ile ilgili noktaların hepsinin ÜKS (Üst Kontrol Sınırı) ve AKS (Alt Kontrol Sınırı) arasında yer alması gerekmektedir. Noktaların tamamı üst ve alt kontrol sınırları içinde bulunması bazen yeterli olmamaktadır. Noktaların kontrol sınırları içerisinde olması ve bu noktaların rastgelelik görüntüsünü vermeleri gerekmektedir. Kontrol sınırları dışında bulunan bir noktanın varlığının yanında, üst ve alt kontrol sınırları içerisinde olup da sistemli bir yayılıma veya tesadüfiliğe uymayan noktalar da sürecin kontrol dışında olduğunu göstermektedirler. Sürecin kontrol dışında olduğuna karar

verilirse, çeşitliliğin giderilebilir nedenleri olduğu göz önünde bulundurularak iyileştirme faaliyetlerine başlanılır (Mizuno, 1998: 34).

İlk olarak değilim aralığı grafiği için, sonra süreç ortalamaları grafiği için alt ve üst kontrol limitleri hesaplanır. Değişkenler için kontrol grafikleri hazırlanırken, kontrol limitlerin hesaplanmasında bir takım sabit değerler kullanılır.

Ana kütle parametrelerinin bilinmesi demek standartların verildiği anlamına gelir ve sınırlar üst ve alt kontrol sınırları merkez çizgiden $\pm 3\sigma$ uzaklığı olarak belirlenebilir. Eğer standartları verilmemiş ana kütleyle ait tahmini parametreler olan $\bar{x}$, $\bar{R}$, s kullanılır (Montgomery, 2001: 86).

Ortalama grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$M\check{C} = \bar{X}$$

$$AKS = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = \mu + 3\sigma_x$$

$$M\check{C} = \mu$$

$$AKS = \mu - 3\sigma_x$$

Aralık grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = D_4 \bar{R}$$

$$M\check{C} = \bar{R}$$

$$AKS = D_3 \bar{R}$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\ddot{ÜKS} = D_2\sigma$$

$$MÇ = d_2\sigma$$

$$AKS = D_1\sigma$$

Aşağıdaki şekillerde X ve R kontrol grafikleri için birer örnek verilmiştir. Şekillerde;

ÜT=İşletmenin üretim üst toleransı,

AT=İşletmenin üretim alt toleransı,

ORT=Ölçüm değerlerinin ortalaması,

ÜKL=Üst kontrol sınırı,

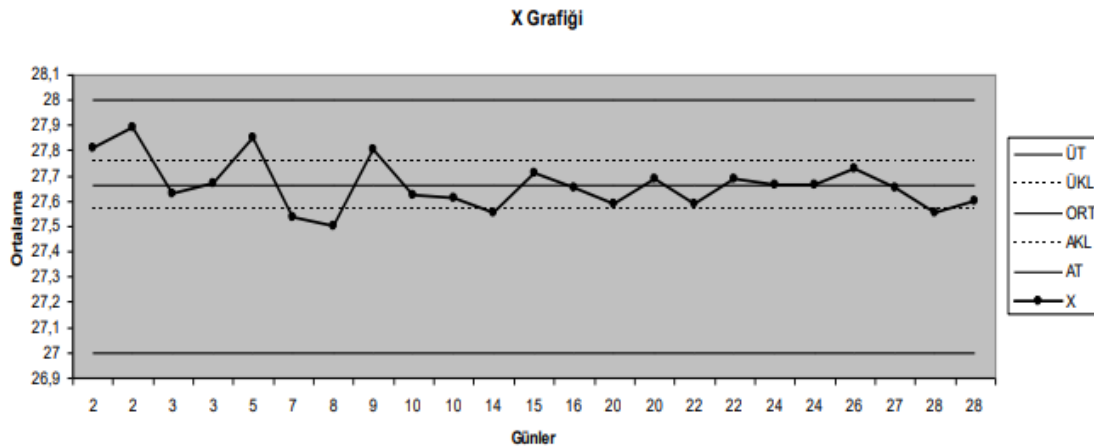
AKL=Alt kontrol sınırı,

X=Günlük üretim ölçüm ortalaması,

R – Günlük imalat ölçüm aralığı,

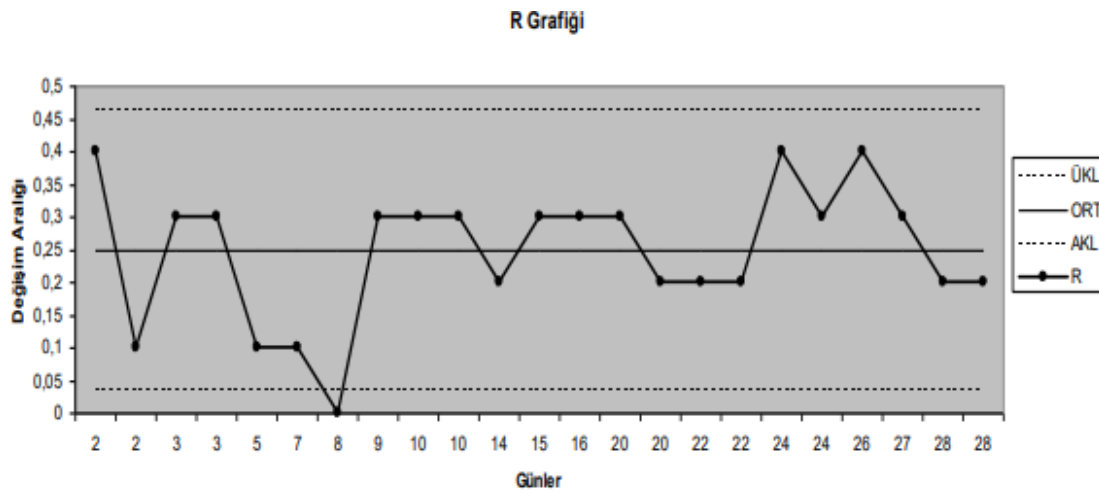
S – Günlük üretim standart sapması

ifade edilmektedir.



Şekil 2. Ölçüm Değerleri İçin X Grafiği

X kontrol grafiğinin birinci, ikinci, beşinci, altıncı, yedinci, sekizinci, on birinci ve yirmi ikinci örneklerin kontrol kısıtlarının dışında bulunması sebebiyle, kontrol dışında bulunduğu ifade edilebilir. Bu durumda işlemlere karışması ve özel sebebin incelenerek çözülmesi gerekmektedir. Özel sebepler; malzeme değişikliği, yanlış makine ayarı ve makine ayarındaki değişme, makine takımları, yetersiz makine, alet aşınması, malzeme kalitesindeki değişimler, bakım, gerek olmayan ya da yanlış operatörün karışması, ölçümdeki eksiklikler, farklı operatör, operatör yorgunluğu, sürece gerek olmayan ya da hatalı olarak karışmış olabileceği gözlemler sonucunda belirlenmiştir.



Şekil 3. Ölçüm Değerleri İçin R Grafiği

R kontrol grafiğinde ise örneklerin yedinci örnek haricinde kontrol kısıtlarında bulunması sebebiyle, örneklerin içinde uyumlu olduğu görülmektedir. Yedinci örnekteki aralığın bu derece değişiklik göstermesinin özel sebebi incelenerek ortadan kaldırılması ve sınırlar arasına çekilmesi gerekmektedir. Bu noktadaki problemin deneyimsiz makine operatörü ve makinenin bakım eksikliğinden meydana gelebileceği gözlemler sonucunda tespit edilmiştir.

Ortalama ($\bar{x}$) ve Standart Sapma (s) Kontrol Grafiği: İşletmede üretim sürecinden elde edilmiş değerlerin kalite değişkenliğinin fazla olması ya da örnek hacminin 10 ve ya daha fazla olması durumunda ($\bar{x}$) ve s kontrol grafikleri kullanılır. ($\bar{x}$) ve s kontrol grafikleri süreçteki değişimlerin görülmesinde daha etkili olmasına karşın ($\bar{X}$) ve ($\bar{R}$) grafiklerine göre hesaplanması daha zor olabilir (Kısaoğlu, 2002:

84). Günümüzde SPSS, Minitab G Power vb. paket programlarıyla bu grafikleri oluşturmak artık oldukça kolaydır.

Ortalama ve standart sapma kontrol grafikleriyle ortalama ve aralık kontrol grafikleri birbirine birçok noktada benzese de ortalama ve standart kontrol grafikleri oluşan değişimlerin nedenini göstermekte ortalama ve aralık kontrol grafiklerine göre daha az duyarlıdır. Değişim aralığı kontrol grafiğinde alınan örneklerden ekstrem iki ölçüm değerini baz alırken, standart sapma kontrol grafiğinde bütün ölçümler baz alınır. Bu nedenle ortalama ve standart sapma kontrol grafiği, ortalama ve aralık kontrol grafiğine göre daha elverişli ve yeterli bir grafikdir (Kobu, 1987: 26).

Tüm bunların yanı sıra aralık kontrol grafiğinin standart sapma kontrol grafiğine göre daha kolay oluşturulması nedeniyle, $(\bar{X})$ ve $(\bar{R})$ kontrol grafiği süreçlerin değişimlerinin görülmesi için daha yaygın kullanılmaktadır. Genel olarak süreçlerden örneklem çekmenin maliyeti çok fazla değildir fakat standart sapma kontrol grafiği oluşturmak için çok sayıda örneklem çekmek yerine daha az örneklemle sonuca ulaşmak mantıklı olabilir. Öte yandan örneklem çekmenin çok fazla maliyeti olan sektörlerde (petrol, altın, bakır, bor vb.) standart sapma kontrol grafiği oluşturmaya harcanan zamanla örneklem çekme maliyetini karşılaştırırsak, kontrol grafiğine harcanan zamanın maliyeti daha azdır. Günümüz teknolojisiyle artık bu durumda ortadan kalkmıştır. Böylece hem ortalama ve aralık kontrol grafiği hem de ortalama standart sapma kontrol grafiğiyle doğru sonuca ulaşabilmek mümkündür (Gümüšoğlu, 2000: 34).

Ortalama grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = \bar{X} + A_3\bar{s}$$

$$M\bar{C} = \bar{X}$$

$$\bar{A}KS = \bar{X} - A_3\bar{s}$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\ddot{ÜKS} = \mu + A\sigma$$

$$M\dot{Ç} = \mu$$

$$AKS = \mu - A\sigma$$

Standart sapma grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşığıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\ddot{ÜKS} = B_4\bar{s}$$

$$M\dot{Ç} = \bar{s}$$

$$AKS = B_3\bar{s}$$

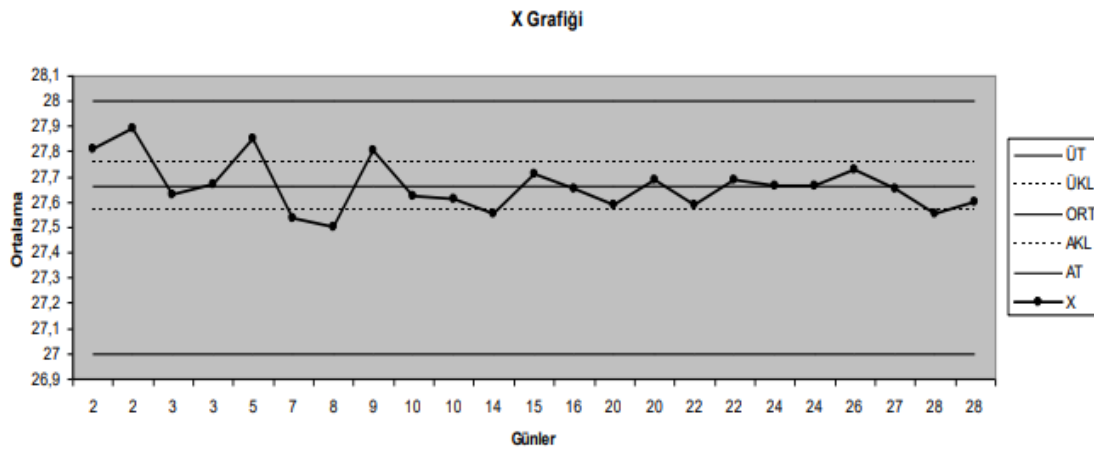
Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşığıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\ddot{ÜKS} = B_6\sigma$$

$$M\dot{Ç} = c_4\sigma$$

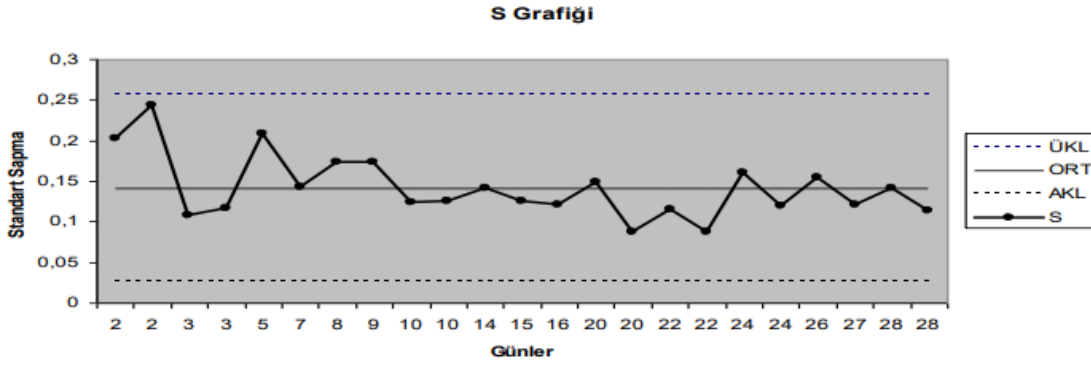
$$AKS = B_5\sigma$$

Aşığıdaki şekillerde x ve s kontrol grafikleri için birer örnek verilmiştir. X kontrol grafiğinin ikinci ve beşinci örneklemelerin kontrol kısıtlarının dışında bulunması sebebiyle, kontrol dışında olduğu ifade edilebilir. Bu doğrultuda işleme karışılması ve özel sebebin incelenerek giderilmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Ölçüm Değerleri İçin x Grafiği

S (standart sapma) kontrol grafiğinde örneklemelerin kontrol kısıtları içinde bulunması sebebiyle, örneklem standart sapmalarının birbirleriyle uyum içinde olduğu ifade edilebilir.



Şekil 5. Ölçüm Değerleri İçin s Grafiği

Bireysel Gözlem Değerleri (I) ve Hareketli Aralık (MR) Kontrol Grafikleri; I ve MR kontrol grafikleri bireysel gözlemler kullanılarak oluşturulduğu için hem basit hem de kullanım yaygındır. Bu kontrol grafiği ortalama ve aralık kontrol grafiklerine oldukça benzemektedir. Literatürde bazı kaynaklar bu grafik türüne X ve MR grafiği olarak adlandırılmaktadır. I (Individual) ve MR (Moving Range) grafiklerinde X değerleri bireysel gözlem sonucu elde edilen değerleri ifade eder ve bu değerler I grafiği üzerinde gösterilir. k tane gözlem sonucu bireysel gözlem değerlerinin ortalaması bulunur ve bu kontrol grafiğinde merkez çizgiyi oluşturmaktadır. Öte yandan MR_j ise r örneklem hacminde ardışık gelen ölçümlerin hareketli aralığını ifade etmektedir (Işığışok, 2012: 167). Hareketli aralık genellikle 2'şerli bazen de 3'erli ardışık gözleme uygulanır. Buna göre j. gözleme ilişkin MR_j değeri

$$MR_j = |X_j - X_{j-1}|$$

Sürecin kontrol altında olduğunu seçilen ürünler için bireysel gözlem değerlerinin tamamının kontrol sınırları içinde olması ve grafikte homojen bir dağılım göstermesi gerekmektedir.

Ortalama yani bireysel gözlem değerleri grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = \bar{X} + I_2 \overline{MR}$$

$$M\check{C} = \bar{X}$$

$$AKS = \bar{X} - I_2 \overline{MR}$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = \mu + 3\sigma$$

$$M\check{C} = \mu$$

$$AKS = \mu - 3\sigma$$

MR grafiği için standartların verilmediği süreçlerde kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = D_4 \overline{MR}$$

$$M\check{C} = \overline{MR}$$

$$AKS = D_3 \overline{MR}$$

Standartların verildiği süreçlerde ise kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS = \mu + 3\sigma$$

$$M\check{C} = \mu$$

$$AKS = \mu - 3\sigma$$

Nitel Kontrol Grafiği: Proseste üretilen ürüne etki eden her kalite parametresi ölçülemeyebilir. Nitelik dediğimiz bu özellik için farklı kontrol grafikleri kullanılmaktadır. Üründe bulunmayan her bir teknik özellik bir uyumsuzluk ya da kusur şeklinde ifade edilmektedir. Bu nitelikteki ürünler de kusurlu ürün olarak değerlendirilmektedir. Niteliksel kontrol diyagramlarında iki şekilde değerlendirme yapılır; ya üründeki kusurlu parça sayısı ya da üründe bulunan kusur sayısı şeklinde. Bu diyagramlar herhangi bir ölçü aleti değil duyu organları ya da master gibi araçlar kullanılarak hazırlanmaktadır. Nicelik kontrol grafikleri sürecin kontrol altında olup

olmadığıyla ilgili yol gösterici bilgiler veriyor olsalar da yetersiz kaldıkları pek çok durum vardır. Bir ürünün çok sayıda kalite parametresi olabilmektedir ve her biri için $\bar{X}$, R ve S kontrol grafiği oluşturmak gerekecektir. Eğer bu grafiklerin bir tanesinde kontrol dışında olduğu görülürse, niteliksel kontrol grafikleriyle çalışmak daha uygun görünmektedir.

Nitel yapıda bulunan değerler için kullanılan diyagramlar aşağıdaki gibidir (Hamurkaroğlu ve Özmen, 2002: 238);

1. Kusurlu oranı kontrol grafiği (p kontrol grafiği)
2. Kusurlu sayısı kontrol grafiği (np kontrol grafiği)
3. Kusur sayısı kontrol grafiği (c kontrol grafiği)
4. Birim başına düşen kusur sayısı kontrol grafiği (u kontrol grafiği)

Kusurlu Oranı (p) Kontrol Grafiği: Bazen bir ürünün kalitesini belirlemek, o ürünün kusurlu oranını belirlemekle mümkündür. Böyle durumlarda p kontrol diyagramları çalışanlara yardımcı olmaktadır (Gümüšoğlu, 2000: 54).

Kusurlu oranı kontrol diyagramı oluşturmak için belli aralıklarla n hacminde örnekler alınmalıdır. Örnek hacmi 50 ile 300 arasında değişmeli çünkü her bir grupta en az 1 adet hatalı ürün olması gerekmektedir. Her bir örnekteki kusurlu parça oranına bir nokta grafikte işaretlenir. Tüm noktalar diğer kontrol grafiklerinde olduğu gibi limitlerin içindeyse süreç kontrol altındadır. Kontrol limitlerinin dışına taşarsa bunun nedeni araştırılmak üzere süreç durdurulur (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006: 72).

Sabit örneklem hacmine ilişkin süreçten elde edilen değerlerden hareketle p grafiğinin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$ÜKS_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$MÇ_p = \bar{p}$$

$$AKS_p = \bar{p} - \sqrt[3]{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Değişken örneklem hacmine ilişkin süreçten de elde edilen değerlerden hareketle p grafiğinin kontrol sınırları aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$\dot{ÜKS}_p = \bar{p} + \sqrt[3]{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$MÇ_p = \bar{p}$$

$$AKS_p = \bar{p} - \sqrt[3]{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Kontrol grafiğinin yorumlanması ise, süreçten elde edilen p değerleri kontrol sınırları içerisinde olup olmadığı grafik üzerinde kontrol edilir. Kontrol sınırları içerisindeyse ve binom dağılımına uygunluk gösteriyorsa sürecin normal bir şekilde devam ettiğini ya da değişimlerin genel nedenlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Kusurlu Sayısı (np) Kontrol Grafiği: np kontrol grafiği diğer adıyla kusurlu sayısı diyagramı niteliksel parametreler için kullanılan bir diğer kontrol grafiğidir. Bu diyagram daha basit ve kolay anlaşılır bir grafik olup, parça üzerindeki kusur sayısı belirtilerek direkt grafiğe işlenmektedir. Bu grafikte diğerlerinden farklı olarak süreci izleyebilmek adına örneklem hacmi sabit olarak kullanılmalıdır. Şayet n sabit değilse işleme p kontrol grafiği ile bakmak gerekmektedir (Çelik, 2012: 56).

Kusurlu oranı grafiğinde olduğu gibi kusurlu sayısı grafiğinde de örneklem hacminin büyük olması gerekir. Bu kontrol grafiğinde de tavsiye edilen örneklem hacmi $n \geq 50$ şeklindedir. Örneklem sayısının da süreçten kısa zaman dilimi aralıklarıyla alınması gerekir. Değişimin asıl sebebini ortaya çıkaracak örneklem sayısının 25 ve ya daha fazla olduğu süreçlerde daha net ifade edilebilmektedir (Besterfield, 2004: 49).

Süreçten alınan kusurlu sayılarından hareketle kusurlu sayısı kontrol grafiğine ilişkin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\dot{ÜKS}_{n\bar{p}} = n\bar{p} + \sqrt[3]{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$M\check{C}_{n\bar{p}} = n\bar{p}$$

$$AKS_{n\bar{p}} = n\bar{p} - \sqrt[3]{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

Kusur Sayısı (c) Kontrol Grafiği: Bazı üretim süreçlerinde ürünler birden fazla kalite parametresini sağlamayabilir. Bu kusurların ürün üzerinde incelenmesi gerekebilir. Örneğin herhangi bir jant üzerindeki kaynakların düzgün olmaması, boya prosesinde pürüzlerin oluşması, kulak sıvamalarında istenilen şeklin sağlanamaması gibi kusurlar bulunabilir. Kusur sayısında ki değışimleri görmek, kontrol altında olup olmadığını belirlemek için oluşturulan bu grafiklerin temelinde Poisson dağılımı yatmakta ve kusurlu sayısı kontrol grafiğinde olduğu gibi örneklem hacmi sabittir.

Süreçteki değışimlerin daha kolay bir şekilde görülebilmesi için sabir hacimdeki örneklemelerin kusurlu oranı ve kusurlu sayısı kontrol grafiklerinde olduğu gibi büyük seçilmelidir. Fakat süreçlerde son kontrollerde kullanıldığı için $n \geq 5$ şeklinde tercih edilebilir.

Ürün üzerindeki kusur sayısını kontrol etmek amacıyla kullanılan kusur miktarı kontrol diyagramı kısa c kontrol diyagramı şeklinde ifade edilmektedir. c kontrol diyagram, kontrol limitleri ± 3 standart sapma ve örnekte bulunan ortalama kusur miktarı c hesaplanarak belirlenir (Gamgam, 1998: 148).

Süreçten alınan kusur sayılarından hareketle kusur sayısı kontrol grafiğine ilişkin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\check{U}KS_{\bar{c}} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$M\check{C}_{\bar{c}} = \bar{c}$$

$$AKS_{\bar{c}} = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Birim Başına Kusur Sayısı (u) Kontrol Grafiği: Her örnekte gözlenen kusur miktarı c, eğer örnek bir birimden oluşuyorsa hem kusur miktarı hem de birim başına düşen kusur sayısını ifade etmektedir. Fakat örnekteki kusurlu olma ihtimalinin stabil olmasını istersek örnek hacminin de aynı değerde kalması gerekir. Örneğin, jantların

boya sonrası yüzeydeki pürüz sayısı, astar hatası vb. kusurlarda incelenmiş jantlarında aynı adetlerde olmalıdır (Devor vd., 1992: 497).

İlk bakışta c ve u kontrol diyagramları birbirine benzetilebilir, zaten ortak noktaları da bulunmaktadır. İki diyagramda kusur sayısını dikkate alır fakat c kontrol diyagramı her örnekteki kusur sayısını göz önüne alırken, u kontrol diyagramı birim başına düşen kusur sayısını dikkate alır (Aft, 1988: 26).

n örnekleme sahip i . örnekteki toplam kusur miktarı c_i iken, bir birime denk gelen ortalama kusur miktarı u_i 'de aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$u_i = \frac{c_i}{n}$$

u_i , bir birime düşen kusur sayısı ve m örnek sayısı olmak üzere, birim başına ortalama kusur sayısı da aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^m u_i}{m}$$

Yukarıdaki formüller dikkate alınarak birim başına kontrol grafiğine ilişkin kontrol sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$\bar{U}KS_{\bar{u}} = \bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}/n}$$

$$M\bar{C}_{\bar{u}} = \bar{u}$$

$$AKS_{\bar{u}} = \bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}/n}$$

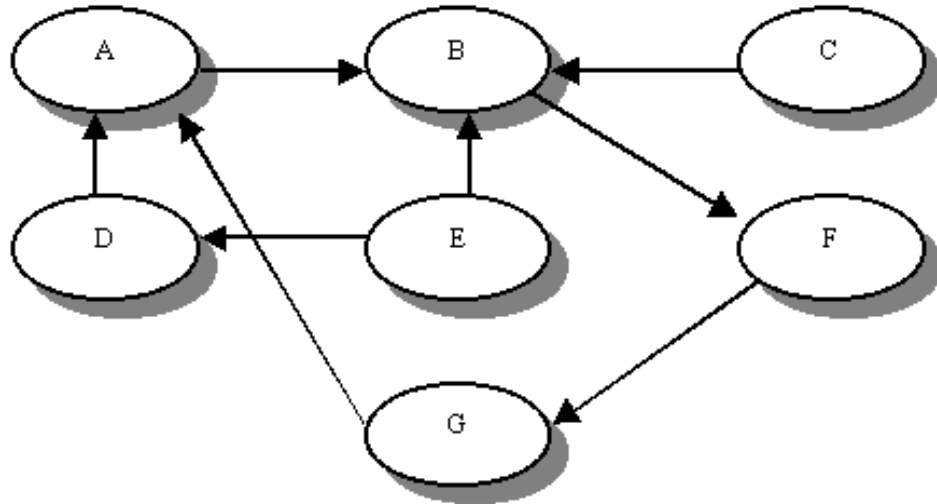
İlişki Diyagramı (Relations Diagram): Kompleks bir duruma uyumlu bir çözüm meydana getirmek amacıyla düzensiz ilişkileri tespit etmek ve birbirleri ile bağdaştırarak sonuca ulaşmak için ilişki diyagramı yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem bağımsız değişkenlerin neden-sonuç ilişkilerinde netlik oluşmasına yardım etmekte ve yeni düşüncelerin meydana gelmesine destek olmaktadır (Mizuno,1988; 23, Besterfield, 2004: 477).

Belirli bir sorunun çözümü için ilişki diyagramı meydana getirilirken genellikle aşağıdaki aşamalar takip edilmektedir (Tetsuichi and Kazuo, 1990: 252-253);

- Sorun tespit edilmelidir.

- Bu sorunun sebepleri tespit edilmelidir.
- Bu sebepler beyin fırtınası tekniği ile ele alınmalı ve ilerletilmelidir.
- Sorun ve sebepleri arasında mantıksal bağlar tespit edilmelidir.
- Tespit edilen sebepler ile sorun ve sebepleri arasındaki bağlar tekrar ele alınmalıdır.
- Bu aşamalar sonucunda ilişki diyagramı oluşturulmalıdır.
- Sorunun esas sebepleri tespit edilmelidir.

Aşağıdaki şekilde ilişki diyagramı ile ilgili bir örnek çizim bulunmaktadır. Bu çizimde farklı sorunlar ve bu sorunları etkileyen değişkenler, bir sebep-sonuç ilişkisi oluşturabilmek için oklar ile bağdaştırılmıştır.



Şekil 6. İlişki Diyagramı

İlişki diyagramı; kalite ile ilgili görüşlerin tespit edilmesinde ve ilerletilmesinde, tüketici şikayetlerine engel olmak ile ilgili tekniklerin sıraya koyulmasında, süreç kalitesinin ilerletilmesinde, input kalite kontrolünün daha rahat yapılmasında kullanılmaktadır (Mizuno, 1988; 24, Tetsuichi and Kazuo, 1990; 254)

2.1.1.8. Yakınlık Diyagramı (Affinity Diagram)

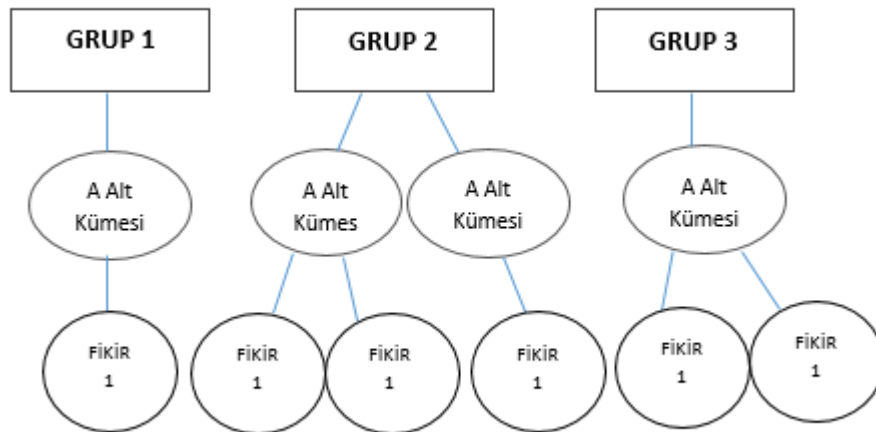
İştirakçi ekip çalışması temeline dayalı olan organizasyonel teknik yakınlık diyagramı olarak adlandırılmaktadır Bu yöntem ilk defa Kawakito Jiro tarafından öne sürülmüştür (Mizuno, 1988; 25).

Yakınlık diyagramı ile sorunlar çeşitli düşünce ve tecrübeleri bulunan bireylerin toplanarak meydana getirdikleri dataları tartışmaları ve yaptıkları incelemeler sonucunda kategorize ederek ele alınan durum ile ilgili bir sonuç ortaya koyulmaktadır. Bu teknik çoğunlukla kompleks konular ile ilgili farklı kaynaklardan verilerin bir araya getirilip kategorize edilerek kompleksliğin ortadan kaldırılması için kullanılmaktadır (Tetsuichi and Kazuo, 1990; 245, Besterfield, 2004; 477).

Yakınlık diyagramı meydana getirilirken aşağıdaki adımların takip edilmesi gerekmektedir; (Tetsuichi and Kazuo, 1990; 246-248):

- İlk olarak çözülmesi gereken konu tespit edilmelidir.
- Belirlenen konu hakkında sözel datalar bir araya getirilmelidir. Bu datalar sorunu çözmek için bir araya getirilen grup üyelerinin düşüncelerinden, tahminlerinden meydana gelmektedir.
- Ele alınan bu datalar kartlarda toplanır.
- Kartlar belirli bir yerde toplanarak aralarında ilişki bulunanlar bir araya getirilerek kategorize edilir.
- Yapılan bu kategorize etme işlemine dayalı olarak ise yakınlık diyagramı meydana getirilir.

Aşağıdaki şekilde yakınlık diyagramı ile ilgili bir örnek çizim bulunmaktadır.



Şekil 7. Yakınlık Diyagramı

Yeni bir işletmenin, yeni bir ürünün veya yeni bir tasarımın kalite kontrol yöntemlerinin tespit edilmesinde ve ilettilmesinde, grup çalışmalarını kuvvetlendirmede ve isteklendirmede, toplam kalite yönetimi çalışmaları esnasında farklı birimlerdeki bireylerin çeşitli düşüncelerini toplamada ve bir başlangıç noktası meydana getirmede, yeni bir piyasada bulunduğu zaman kalite kontrollerinin yönetiminde yakınlık diyagramı kullanılmaktadır (Mizuno, 1988; 28, Kısaoğlu, 2002; 19).

2.1.1.9. Sistematik Diyagramı (Dendogram)

Sistematik diyagramı, belirlenen hedeflerin gerçekleştirilmesi için en verimli araçları değerlendirme tekniği olarak ifade edilmektedir. Bu teknik, bir sorun ile karşı karşıya kalındığı zaman tüm etmenleri sistemsel olarak dikkate alarak hedefin gerçekleşmesini planlamaktadır (Besterfield, 2004: 480).

Sitamatik diyagramı, bir ağacın açılmakta olan dalları gibi düşünmek mümkündür. Problemin asıl nedeninin tespit edilmesi ve bu probleme neden olan etmenlerin sistemsel bir şekilde belirlenerek sorunun ortadan kaldırılması için en uygun yolun tespit edilmesini sağlamaktadır (Mizuno, 1988: 31, Kısaoğlu, 2002: 20).

Sistematik diyagramı meydana getirilirken aşağıdaki aşamalar takip edilmektedir (Tetsuichi and Kazuo, 1990; 258-260);

- Çözülmesi istenen sorun veya varılmak istenen bir amaç tespit edilmelidir.
- Sorunun çözümü veya amacın uygulanabilmesi için gerekli olan esas etmenler tespit edilmelidir.
- Esas etmenlerle bağlantılı olan diğer etmenler de tespit edilmelidir.
- Belirlenen bu etmenlerin aralarında olan ve sorun veya amaçla olan ilişkileri de dikkate alınmalıdır.
- Bu aşamalar sonunda ise sistematik diyagramı oluşturulmalıdır.

Aşağıdaki şekilde sistematik diyagramı ile ilgili bir örnek çizim bulunmaktadır.

- L-tipi matris diyagramı, iki yönlü bir tablodur ve bağımsız değişkenler satır ve sütunlarda bulunmaktadır.
- T-tipi matris diyagramı, iki adet L-tipi matris diyagramının birleşiminden meydana gelmektedir.
- Y-tipi matris diyagramı, üç adet L-tipi matris diyagramının birleşiminden meydana gelmektedir.
- X-tipi matris diyagramı, dört adet L-tipi matris diyagramının birleşiminden meydana gelmektedir.
- C-tipi matris diyagramı, üç yönlü bir tablodur. Üç adet bağımsız değişken grubunun birbirleri ile etkileşimlerini ifade etmektedir.

Matris diyagramı, belirli bir ürünün ilerletilmesi ve daha iyi hale getirilmesi amacıyla yeni düşüncelerin ortaya koyulmasında, kalite işlev faaliyetlerinde, farklı kontrol işlevleri ile kalitenin çeşitli düzeylerini toplayarak kalite teminat yönteminin oluşturulması ve devam edebilir yapıda olmasının sağlanmasında, kalite inceleme yönteminin aktifliğinin çoğaltılmasında, imalat boyunca uygunsuz sebeplerin takibinde, bir ürünün nitelikleri ile piyasa şartları arasındaki bağların tespit edilerek piyasa taktiklerinin meydana getirilmesinde, farklı tasarımlar içinde tekniksel bağların tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Mizuno, 1988; 33, Kısaoğlu, 2002; 20).

Örnek Uygulama: Matris diyagramında aralarında ilişki bulunan parametreler bir araya getirilir. Aralarında bağlantı bulunan değişkenlerin sayısı incelenerek matris versiyonu seçilir. Satır-sütun başlıkları ele alınarak eleman ve değişkenler ifade edilir. İlişkilerin birleştiği hücrelerine ilgili sembol atanır, sonrasında simgeler değerlere dönüştürülerek satır ve sütunlar için değerler toplanır. Bir şirket ile ilgili dört fabrika ile dört müşteri T-tipi matris diyagramı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir;

Tablo 4. T-tipi Matris Diyagramı

Fabrika 1	a		z	z
Fabrika 2		a		z
Fabrika 3	z			a
Fabrika 4		z	a	z
a= çok miktar z= az miktar	Model A	Model B	Model C	Model D
Şirket 1		a		
Şirket 2	a	z	z	a
Şirket 3			z	z
Şirket 4	z			a

2.1.1.11. Matris Veri Analiz Diyagramı (Matrix-Data Analysis Diagram)

Matris veri analiz diyagramı tekniği ile matris diyagramından alınan kompleks yapıdaki datalar düzenli bir forma getirilerek daha açık ve karşılaştırılması mümkün bulgular ortaya koyulur. Bahsedilen bu bulgulara ulaşmak için matris diyagramında verilen bağımsız değişkenler arasındaki bağlantılar sayısal olarak ifade edilmektedir. Temel istatistiksel kalite kontrol yöntemleri arasında veri analizine dayalı sonuçlar veren tek yöntemdir. Bu teknik ile elde edilen sayısal veriler tablo formatında ifade edilmektedir (Mizuno, 1988: 36-38).

Matris veri analiz diyagramı, bağımsız değişkenlerin kompleks yapıda bulunduğu durumlarda imalat süreçlerinin değerlendirilmesinde, çok fazla datadan uygun olmayanların analizinde, piyasa araştırmaları ile belirlenmek istenilen kalite düzeylerinin tespit edilmesinde, işitsel ya da sözel dataların sistemli olarak gruplandırılmasında, kompleks kalite incelemelerinin yorumunun yapılmasında ve non-lineer dataların analizinde kullanılmaktadır (Mizuno, 1988: 38).

Örnek Uygulama: Matris veri diyagramında aralarında ilişki bulunan değişkenler bir araya getirilir. Aralarında ilişki bulunan değişkenlerin sayısı incelenerek matris versiyonu seçilir. Satır-sütun başlıkları ele alınarak eleman ve değişkenler ifade edilir. İlişkilerin birleştiği hücrelerine ilgili sembol atanır, sonrasında simgeler değerlere dönüştürülerek satır ve sütunlar için değerler toplanır. Bir risk analizinde kullanılan etki-olma olasılığı L-tipi matris diyagramı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir;

Tablo 5. L-Tipi matris Diyagramı

Değer		Olasılık				
		1	2	3	4	5
Etki	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

2.1.1.12. Ok Diyagramı (Arrow Diagram)

Ok diyagramı, günlük taslakların meydana getirilmesi ve takip edilmesi tekniği olarak ifade edilmektedir. Bu teknik, belirli bir süreçte birbirini izleyen prosedür adımlarını oklar kullanarak bir ağ şeklinde göstermek olarak açıklanmaktadır. Ok diyagramı, günlük taslaklar için PERT ve CPM tekniklerinden ortaya koyulmuş bir yöntemdir (Mizuno, 1988: 42, Tetsuichi and Kazuo, 1990: 273).

Ok diyagramı meydana getirilirken kullanılan işaretler ve anlamları aşağıdaki gibidir;

Tablo 6. Ok Diyagramında Kullanılan Semboller ve Anlamları

İşlem	Sembol	Anlam
İşlem	→	Planı gerçekleştirmek için izlenilmesi gereken yolu gösterir.
Bağlantı Noktası	○	İşlemleri gösterir.
İşlem Numarası	③	İşlem sırasını gösterir.
Kukla İşlem	---->	Eş zamanlı paralel işlemleri bağlarken ardışık ilişkileri gösterir.

Ok diyagramı meydana getirilirken aşağıdaki adımlar takip edilmektedir (Tetsuichi and Kazuo, 1990: 276-277);

- Uygulanması gereken prosedürler ile bir liste oluşturulmalıdır.
- Bu prosedürler farklı kartlara yazılmalıdır.
- Bu kartlar büyük bir kağıtta prosedür sırası baz alınarak dizilmelidir.
- Sonrasında bu prosedürler oklar ile birleştirilmelidir.

en aza indirilmesi ile ilgili tedbirlerin alınmasında, tasarı aşamasında olan süreç için bakım-onarım ve ayarlama kısıtlarının tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Mizuno,1988: 40-42).

2.1.2. Orta İstatistiksel Kontrol Yöntemleri

Bilimsel bir çalışma yapılırken kullanılan bilgilerin ve verilecek kararların doğru olması gerekmektedir. Bu nedenle doğru bilgilerin elde edilmesi ve bu bilgilerin genel bir forma getirilmesi gerekmektedir (Arıkan, 1994: 129). Ele alınan çalışmanın bulguları ne derece genel hale getirilebiliyorsa değeri de o derece artmaktadır. Bilim, genellenebilir halde olan bilgilerin tamamı olduğu için çalışmalarda oldukça geniş bir kapsamda genellenebilirliği bulunan bilgiler toplamaya çalışmak önem taşımaktadır (Karasar, 2005: 109-110).

2.1.2.1. Örneklem Seçimi ve Hesaplaması

Yapılan bilimsel çalışmalarda değerlendirilecek konuların çoğunlukla ana kütleleri oldukça fazladır. Fakat ana kütledeki tüm öğeleri analiz etmek, hem zaman, hem de maddi şartlar bakımından mümkün olmamaktadır. Başka bir deyişle, ana kütlelerin her detayının analiz edilmesi ile elde edilecek bilgileri değerlendirmek için büyük bir zaman ve emek harcamak gerekecektir. Bu nedenle kısıtlı tutulan bilgiler yeterli olduğu zaman ana kütlelerin tamamıyla uğraşmak bir anlam taşımamaktadır (Gökçe, 1988: 76).

Örneklem ve Örnekleme: Örneklem, belirli kurallar çerçevesinde, belirli bir ana kütlede ele alınan be ele alındığı ana kütlelerin sembolü olarak görülen bir grup şeklinde ifade edilmektedir. Çalışmalar genellikle örneklem üzerinde gerçekleştirilir ve çalışma sonucunda elde edilen bulgular ana kütleyle göre genel bir halde yorumlanmaktadır (Karasar, 2005: 110-111). Örneklem ana kütlelerin bir kısmı olup çalışma ve istatistiki açıdan da oldukça önemli kabul edilmektedir (Kaptan, 1983: 135).

Çalışma yapılmakta olan bir ana kütlede örneklem elde etme örneklem olarak adlandırılmaktadır. Oluşturulan örneklem ile ulaşılan bulgular sayesinde ana kütle hakkında doğru sonuçlar elde etmek mümkündür (Arıkan, 2004: 129-130).

Örnekleme ile ilk olarak çalışmaların hedefleri baz alınarak bulguları genel bir forma dönüştürmek için ana kütleinin kısıtlı bir hale getirilip araştırma ana kütleinin açıklanması gerekmektedir (Karasar, 2005: 116).

Örnekleme Türleri: Örnekleme çeşitlerini olasılıklı ve olasılıksız örneklemeler olmak üzere iki grup altında incelemek mümkündür. Olasılıklı örnekleme çeşitleri; basit tesadüfi örnekleme, sistematik örnekleme, tabakalı örnekleme ve küme örnekleme olarak gruplanmakta iken, olasılıklı olmayan örnekleme çeşitleri ise gelişigüzel örnekleme, kota örnekleme, amaçlı örnekleme ve kartopu örnekleme şeklinde gruplanmaktadır.

Olasılıklı Örnekleme: Ana kütleiyi meydana getiren birimlerin tamamını eşit seviyede seçilme şansının tanındığı örnekleme çeşidi olarak ifade edilmektedir. Ana kütleiyi temsil etmek için belirlenecek örnek için birimler araştırmacıların kendi tercihleri ile oluşturulmaktadır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 39). Ayrıca bu tip örneklemede tahminlerin doğruluk seviyeleri ve hata payları istatistiksel olarak hesaplanabilmektedir (Arıkan, 2004: 140).

Basit Tesadüfi Örnekleme: Bu örnekleme yönteminde ana kütleiyi meydana getiren tüm birimlerin örnekte bulunma ihtimali eşittir. Bu nedenle de yapılan tüm hesaplarda her birim için aynı ağırlık kullanılmaktadır (Arıkan, 2004: 141). Basit tesadüfi örnekleme yöntemi için değerlendirilen sorunlara ait verilerin ana kütleyle göre homojen yapıda olması gerekmektedir (İslamaoğlu, 2003: 147).

Sistematik Örnekleme: Bu yöntemle genellikle basit tesadüfi örnekleme yönteminin kullanılması gerektiği durumlarda gereksinim duyulmaktadır. Sistematik örneklemede kullanılacak birimlerin miktarı önceden tespit edilmektedir. Bu doğrultuda örneklemede kullanılan birim sayısı ana kütleinin birim sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir. Sonrasında ana kütledeki birimler sıralanarak elde edilen oran yardımı ile her bir birime sıra numarası atanmaktadır. Atanan sıra numaralarına göre birimler örnekleme alınmaktadır (Baykul, 1996: 258). Bu tip örneklemin uygulanacağı ana kütleiyi meydana getiren elemanların tümü rassal olarak dağıtılmalıdır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 40).

Tabakalı Örneklem: Kısıtları tespit edilmiş olan bir ana kütlede alt tabakalar ya da alt eleman kümelerinin bulunduğu durumlarda bu örneklem yöntemi kullanılmaktadır. Tabakalı örneklem yönteminde, ana kütlede alt tabakaların bulunduğu sayıltısı ile ana kütle üzerinde araştırma yapılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2005: 105).

Küme Örneklem: Küme örneklem yönteminde küme adlı gruplar oluşturulur ve her küme bir örneklem elemanı olarak ifade edilmektedir. Rassal olarak belirlenen kümeler toplanarak örneklem meydana getirilmektedir (Çömlekçi, 2001: 90). Ana kütlede meydana getiren birimlerin tümünün kullanılmadığı durumlarda küme örnekleme kullanılmaktadır (Gökçe, 1988: 82).

Olasılıklı Olmayan Örneklem Türleri: Bu örneklem çeşitlerinin mecburi durumlar dışında kullanımı tavsiye edilmektedir.

Gelişigüzel Örneklem: Araştırmacının belirlenen örneklem büyüklüğüne göre rassal olarak ana kütlede bir kısmını tercih ettiği örneklem yöntemidir (Arlı ve Nazik, 2001: 75).

Kota Örneklem: Bu örneklem yönteminde kısıtlı bir ana kütle, çalışmanın hedefine uygun şekilde araştırmacının belirlemiş olduğu değişkenler ile sınıflandırma yapılmaktadır (Gökçe, 1988: 83).

Amaçlı Örneklem: Amaçlı örneklem yöntemi çalışmanın hedefleri ile bir ana kütlede temsili örneği yerine belirli olarak bir veya birkaç alt kısmını örnek olarak ele almaktadır (Sencer, 1989: 386).

Kartopu örneklem. Bu örneklem yönteminde ilk olarak ana kütlede ait elemanlardan herhangi biri ile ilişki kurulmaktadır. Sonrasında ilişki kurulan eleman yardımıyla ikinci bir elemana, ikinci elemanın yardımıyla da üçüncü elemana ulaşılmaktadır. Bu işlem ile örneklem büyüklüğü gittikçe arttırılmaktadır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 45).

Örneklem Büyüklüğünün Hesaplanması: Seçilen örneklem ana kütlede temsil etmesi açısından önem taşımaktadır. Dolayısıyla da seçilecek örneklemin

büyüklüğü, hangi ana kütleyi temsil edeceği problemi meydana gelmektedir. Seçilen örneklem grubu yeterli olmadığı zamanlarda örnekleme hatası oluşmaktadır (Balcı, 2005: 91). Yeterli gözlemi bulunan örneklem, güvenilir bulgular elde edecek kadar birim içeren örneklem olarak ifade edilmektedir (Young, 1968:324).

Örneklemin yeterli olmadığı durumlarda çalışma bulgularının ana kütle için genelleme yapmak zorlaşmaktadır. Betimsel çalışmalarda örneklem en az %10 alınmaktadır. Daha küçük ana kütlelerde ise %20 oranında örnekleme kullanılması gerekmektedir. Ele alınan örneklem büyüklüğünün fazla olması durumunda elde edilecek bulguların güvenilirlik düzeylerinin de yüksek olmasını sağlamaktadır (Arlı ve Nazik, 2001: 77).

Uygun örneklem büyüklüğü, çalışmanın hedefleri doğrultusunda ve var olan kısıtlayıcı faktörler kapsamında farklılık göstermektedir. Bu faktörler aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Arıkan, 2004: 152);

- Önceden tespit edilmiş olan sabit bir örnekleme oranına göre örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. Yani $\frac{n}{N} = \%1$ oranını mukayese ederek ana kütlenin %1'inin tercih edilmesi.
- Zaman değişkeni göz önünde bulundurularak örneklem büyüklüğünün belirlenmesi.
- Kısıtlı olan mali kaynaklar kapsamında örneklem büyüklüğünün tespit edilmesi.
- Örnekleme anketi için gereken çalışan sayısı kısıtlı ise, örneklem büyüklüğünün ona göre tespit edilmesi gerekmektedir.
- Çalışma bulgularının doğru ve güvenilir olmasının kısıtlayıcı etmen olarak değerlendirilmesi.

Örneklem büyüklüğünün tespit edilmesi ile ilgili araştırmacılara destek olması amacıyla bazı formüller bulunmaktadır (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 47). Bir araştırmacının örneklemin belirleneceği ana kütleyi, birimlerin standart sapmasını hesaplayacak kadar iyi biliyorsa, hata payını kabul edilebilir bir oranda

belirleyebiliyorsa ve güven düzeyini tespit edebiliyorsa örneklem büyüklüğünü de formüller yardımıyla elde edebilmesi mümkündür (Sencer, 1989: 401).

Örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla aşağıdaki formüller kullanılmaktadır (Özdamar, 2003:116-118):

1. Ana kütle varyansı biliniyorsa ve sadece 1. tür hata göz önünde bulundurulursa örneklem büyüklüğü;

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2 \cdot Z_{\alpha}}{(N-1) \cdot d^2}$$

2. Ana kütle standart sapması (σ) bilinmiyorsa Z_{α} yerine t dağılımının kritik değerleri olan $t_{\alpha, sd}$ değerleri kullanılırsa örneklem büyüklüğü;

$$n = \frac{N \cdot s^2 \cdot t_{\alpha, sd}^2}{(N-1) \cdot d^2}$$

Eğer ana kütle varyansı bilinmiyorsa σ yerine s, Z_{α} ve Z_{β} değerleri yerine $t_{\alpha/sd}$ değerleri kullanılmaktadır.

3. Çalışmada değerlendirilecek olan değişken nitel olduğu durumda normal dağılımla yukarıdaki formüller aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$n = \frac{N \cdot P \cdot Q \cdot Z_{\alpha}^2}{(N-1) \cdot d^2}$$

$$n = \frac{N \cdot P \cdot Q \cdot t_{\alpha, sd}^2}{(N-1) \cdot d^2}$$

4. Ana kütle eleman sayısı 10000'in üzerinde olduğu durumlarda formüller aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot Z_{\alpha}^2}{d^2}$$

$$n = \frac{P \cdot Q \cdot Z_{\alpha}^2}{d^2}$$

Yukarıda ifade edilen formüllerdeki semboller aşağıdaki gibidir;

N: Ana kütle birim sayısı,

n: Örneklem büyüklüğü

P: Ana kütledeki X'in meydana gelme olasılığı,

Q (1-P): X'in meydana gelmeme olasılığı,

Z_{α} : $\alpha = 0.05, 0.01, 0.001$ için 1.96, 2.58 ve 3.28 değerleri

d= Örneklem hatası

σ = Ana kütle standart sapması

$t_{\alpha, sd}$ = sd serbestlik dereceli t dağılımı kritik değerleridir (sd=n-1).

$t_{\alpha, sd}$ kritik değerleri sd= n-1 → 5000 olduğunda Z_{α} değerlerine eşit alınabilir.

Çalışmalara bir kolaylık olması açısından $\alpha = 0.05$ için $\pm 0.03, \pm 0.05$ ve ± 0.10 örneklem hataları için çeşitli ana kütle boyutlarından alınması gereken örneklem büyüklükleri hesaplanarak aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004: 49-50);

Tablo 7. $\alpha = 0.05$ İçin Örneklem Büyüklükleri

Evren Büyüklüğü	± 0.03 örneklem hatası (d)			± 0.05 örneklem hatası (d)			± 0.10 örneklem hatası (d)		
	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q= 0.2	p=0.3 q=0.7	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q= 0.2	p=0.3 q=0.7	p=0.5 q=0.5	p=0.8 q= 0.2	p=0.3 q=0.7
100	92	87	90	80	71	77	49	38	45
500	341	289	321	217	165	196	81	55	70
750	441	358	409	254	185	226	85	57	73
1000	516	406	473	278	198	244	88	58	75
2500	748	537	660	333	224	286	93	60	78
5000	880	601	760	357	234	303	94	61	79
10000	964	639	823	370	240	313	95	61	80
25000	1023	665	865	378	244	319	96	61	80
50000	1045	674	881	381	245	321	96	61	81
100000	1056	678	888	383	245	322	96	61	81
1000000	1066	682	896	384	246	323	96	61	81
100 milyon	1067	683	896	384	245	323	96	61	81

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, örneklem hatasını en aza indirmek için örneklem büyüklüğünün artırılması gerektiği gözlenmektedir.

2.1.2.2. İstatistiksel Tahminleme

Örnekleme istatistiklerinden yola çıkarak ana kütle değişkenleri ile ilgili bir değerlendirme yapma işlemi istatistiksel tahminleme olarak adlandırılmaktadır. İstatistiksel tahminleme yöntemi iki adımda meydana gelmektedir (Balcı, 2005: 34);

- Bilinmeyen değişken değerinin tahmin edilmesi,
- Değişken değeri ile ilgili karar verme.

Genel anlamda ise istatistik tahminleme nokta tahminlemesi ve aralık tahminlemesi olmak üzere iki kısımda ele alınmaktadır.

2.1.2.3. Nokta Tahminlemesi

Değişkenlerin tek bir değer olarak tahmin edilmesi nokta tahminlemesi olarak adlandırılmaktadır. Ana kütle ortalaması olan için istatistiği; yığın varyansı olan için istatistiği ve yığına ilişkin oran olan için de istatistiği birer nokta tahminidir (Özdamar, 2003: 124).

$$\begin{array}{lll} \bar{x} \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ ve } \bar{x} \pm \frac{S}{\sqrt{n}} & \rightarrow & \mu \text{ ana kütle ortalaması için nokta tahmini,} \\ \sigma^2 \text{ ve } S^2 & \rightarrow & \text{nokta tahmini,} \\ \mu \text{ ve } \bar{x} & \rightarrow & \text{nokta tahminidir.} \end{array}$$

2.1.2.4. Aralık Tahminlemesi

Tahminin güvenilir bir yapıda olması standart hatanın küçük olması ile ilgilidir. Açıklanan ana kütlede seçilen örneklemeler arasındaki farklılığın büyük seviyede olmaması güvenilir tahmin olarak açıklanmaktadır. Tahminin ne seviyede güvenilir olduğu hakkındaki bilgi nokta tahminlemesi ile elde edilememektedir. Bu nedenle de nokta tahminlemesi kısıtlı formda bir tahminleme yöntemidir (Özdamar, 2003: 54).

Aralık tahminlemeleri örneklem değerlerine ve standart hatalara göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle de güven aralıkları da farklılık göstermektedir. Aralık tahminleme yöntemi için güven düzeyi ve anlamlılık düzeyi kullanılmaktadır.

Anlamlılık düzeyi α sembolü ile ifade edilirken, güven düzeyi ise $1 - \alpha$ ile ifade edilmektedir (Gamgam, 1998: 36).

Aritmetik Ortalama Aralık Tahminleme Algoritması: Ana kütle aritmetik ortalaması, μ için $1 - \alpha$ güven düzeyinin tespit edilme süreci μ nün aralık tahminlemesi şeklinde ifade edilmektedir. Aritmetik ortalama ile aralık tahminleme yöntemi için ele alınan algoritma ise aşağıdaki gibidir (Arlı ve Nazık, 2001: 61);

- $1 - \alpha$ tespit edilmelidir.
- n boyutlu tesadüfi bir örneklem seçilmelidir.
- standart hata σ_x hesaplanmalıdır.
- $X_A \leq \mu \leq X_0$ güven aralığı belirlenmelidir.

Büyük örneklemelerde ($n \geq 30$) güven aralığı belirlenirken alt ve üst kısıtlar;

$$X_A = \mu - Z_{\alpha/2} \cdot \sigma_x$$

$$X_0 = \mu + Z_{\alpha/2} \cdot \sigma_x$$

şeklinde hesaplanmalıdır. Standart hatanın bilinmediği durumlarda ise standart sapma yardımı ile işlem gerçekleştirilmektedir.

$$S_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Bu veriler yardımı ile güven aralığı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$\bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot S_{\bar{X}} < \mu < \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot S_{\bar{X}}$$

Küçük Hacimli Örneklemelerde μ nün Aralık Tahminlemesi:

Küçük örneklemelerde ($n < 30$) güven aralığı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot S_{\bar{X}} < \mu < \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \cdot S_{\bar{X}}$$

Bu denklemde; $\bar{X}$ =ortalama, S : standart sapma, t : α ve γ ye bağlı tablo değeri ve $\gamma = n-1$: serbestlik derecesini ifade etmek üzere;

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$S_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{(n-1)}}$$

şeklinde elde edilmektedir.

Ana Kütle Oranının Aralık Tahminlemesi

Büyük örneklemelerde $n \geq 30$ ya da $\frac{n}{N} \leq 0.05$ olduğunda güven aralığı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$\bar{P} - Z_{\frac{\alpha}{2}} S_{\bar{P}} < \pi < \bar{P} + Z_{\frac{\alpha}{2}} S_{\bar{P}}$$

Bu denklemde; X=ortalama, S: standart sapma ve Z: α değerine bağlı tablo değerini ifade etmek üzere;

$$P = \frac{r}{n}$$

$$S_{\bar{P}} = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$$

şeklinde elde edilmektedir.

2.1.3. İleri İstatistiksel Kontrol Yöntemleri

İleri istatistiksel kontrol yöntemleri aşağıdaki başlıklar altında detaylıca işlenmiştir.

2.1.3.1. Faktör Analizi

Aralarında ilişki bulunan verileri ilişkisiz daha az sayıda yeni bir forma dönüştürmek için faktör analizi kullanılmaktadır. Bu analiz yöntemi bir olguyu ifade ettiği varsayımı altında parametreleri gruplar haline getirerek ortak olan faktörleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Başka bir ifade ile faktör analizi, aralarında ilişki bulunan değişkenleri bir grup haline getirerek bunlardan daha az miktarda ve anlamlı yeni parametreler elde etmeyi amaçlayan yöntemdir (Özdamar, 2003: 234).

Faktör analizinde n tane olayın p tane niteliğini açıklayan X_{pn} ham veri matrisinden belirlenen Z_{pn} standartlaştırılmış veri matrisi kullanılmaktadır (Patır, 2009: 72). Bu nedenle, faktör analizi modelinin Z_j parametreleri ile $f_1, f_2 \dots f_m$ ortak

faktörleri arasındaki ilişkiyi ifade eden doğrusal model aşağıdaki gibi gösterilmektedir;

$$Z_j = a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jm}f_m + b_ju_j ; j = 1,2,3, \dots, p$$

Buradaki a_{jm} '*ninci* parametrenin m' *ninci* faktördeki yükü veya ağırlığını, u_j ise özel ya da artık faktörü açıklamaktadır (Tatlıdil, 1996: 167-168).

Boyut azaltma amacı dışında, parametreler arasındaki gizli yönleri de açığa çıkarmaya, parametreler arasındaki ilişkileri belirten faktörleri tespit etmeye, istatistiksel modeller için geçerlilik varsayımını test etmek, diskriminant ve regresyon analizinde aralarında ilişki bulunan parametreleri tespit etmek amacıyla da faktör analizi kullanılmaktadır (Atlas, 2002: 147-154).

Faktör analizi hakkında bilinmesi gereken kavramlar ise aşağıdaki gibidir;

Korelasyon Matrisi: Gözlenen parametrelerden elde edilen korelasyon matrisine gözlenen korelasyon matrisi, faktörlerden elde edilen korelasyon matrisine ise türetilen korelasyon matrisi adı verilmektedir. Gözlenen ve türetilmiş korelasyon matrislerinin farkı ise, hata (artık) korelasyon matrisi denilmektedir.

z Değer: Faktör yüklerinin kareleri toplamı öz değer olarak adlandırılmaktadır. Öz değerler her faktörün açıklanan varyansının belirlenmesinde ve faktör sayısını belirlemede kullanılmaktadır. Öz değerler arttıkça faktör için açıklanan varyans oranı da artış gösterecektir.

Ortak Faktör Varyansı: Faktör analizinde varyansın açıklanmasıyla ilgili olarak şu üç varyanstan söz edilebilir: Ortak faktörlerce açıklanabilen varyansa ortak varyans ya da ortak faktör varyans; bir testte ya da değişkende gözlenen varyansı tanımlayan özgül varyans; veri setine ilişkin varyansın açıklanamayan kısmını gösteren hata varyansıdır.

Faktör Yük Değeri: Maddelerin faktörlerle olan ilişkisi bu katsayı ile ifade edilmektedir. Her faktörde bulunan maddenin yüksek değerlerinin olması

istenmektedir. Bir parametrenin faktör yükünün %2 olması, faktörün açıkladığı varyansın %4 olduğunu ifade etmektedir.

Döndürme (Rotation): Faktör yapısının yorumlanmasının daha kolay bir hale gelmesi için döndürme işlemi yapılmaktadır. Yapılan bu işlem, yapılan faktör analizinin matematiksel anlamdaki niteliklerini etkilememektedir. Rotasyon işlemi sonrasında maddelerin bir faktördeki yükü yükselirken diğer faktörlerdeki yükleri azalmaktadır. Bu sayede faktörler, aralarında yüksek ilişki veren maddeleri belirleyerek daha kolay yorumlanmasını sağlamaktadırlar.

Faktör analizi için değişkenlerin taşınması gereken özellikler aşağıdaki gibidir;

- Değişkenler nitel yapıda olmalıdır.
- Değişkenler aralıklı ya da oransal olmalıdır.
- Değişkenler normal dağılım sergilemeli ve birbirinden bağımsız olmalıdır.

Faktör analizinin varsayımları aşağıdaki gibidir (Akgül, Çevik, 2003: 414);

- Değişkenler eşit aralıklı olmalıdır.
- Değişkenler arasında lineer bir ilişki olmalıdır.
- Çok değişkenli normallik sağlanmalıdır.
- Faktörler kendi aralarında ilişkili fakat birbirleri ile ilişkisiz olmalıdır.
- Değişkenler aynı boyutta olmalıdır.
- Değişkenler aşırı değerlerden arındırılmalıdır.
- Uygun sayıda örneklem büyüklüğü belirlenmelidir.

Faktör analizi genel anlamda 4 esas adımdan meydana gelmektedir. Bunlar;

- Verilerin uygun olup olmadığının incelenmesi,
- Faktörlerin elde edilmesi,
- Faktörlerin döndürme işleminin uygulanması ve
- Faktörlere yeni isimler verilmesi şeklindedir.

Verilerin uygunluğu üç farklı yöntem ile incelenebilmektedir. Bunlar, korelasyon matrisi, Barlett Testi ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Testi'dir. Bu

yöntemlerin arasında en yaygın olarak kullanılan yöntem KMO Testi'dir. KMO ile gözlenen korelasyon ve kısmi korelasyon katsayıları karşılaştırılmaktadır. Bu yöntem için kullanılan test istatistiği aşağıdaki gibidir (Patır, 2009: 73).

$$KMO = \frac{\sum \sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum \sum_{i \neq j} a_{ij}^2}$$

Belirtilen test istatistiğinde; r_{ij} , i .ve j . değişken arasındaki basit korelasyon katsayısını, a_{ij} , i . ve j . değişken arasındaki kısmi korelasyon katsayısını ifade etmektedir (Albayrak, 2006: 131).

KMO testi sonucunda elde edilen değerler;

- 0.9 ile 1 arasında olduğunda mükemmel,
- 0.8 ile 0.89 arasında olduğunda çok iyi,
- 0.7 ile 0.79 arasında olduğunda iyi,
- 0.6 ile 0.69 arasında olduğunda orta,
- 0.5 ile 0.59 arasında olduğunda zayıf ve
- 0.5'in altında olduğunda veri setinin faktör analizi için uygun olmadığını

göstermektedir (Aydın, 2007: 4).

Faktör analizini bir örnek yardımıyla açıklayacak olursak; Pazarlama araştırmacısı müşterilerin marka ve mağaza tercihleri, sosyo-ekonomik, demografik ve psikolojik özellikleri hakkında farklı verileri bir araya getirebilir. Fakat çalışmanın son amacı, müşterilerin farklı markalara karşı tavırları ya da eğilimleri gibi bazı esas parametrelerin veya boyutların belirlenmesidir. Müşterilerin markalara tutumları, aile büyüklüğü ve satın alma seviyeleri gibi farklı parametrelerle hesaplanabilir. Çünkü bu çeşit parametreler arasında önemli ilişkiler bulunmaktaysa “markalara karşı tutum” bir faktör olarak kabul edilir.

2.1.3.2. Ayırma (Discriminant) Analizi

Kategorik bağımlı parametreler ile metrik bağımsız parametrelerin aralarındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Ayırma Analizi kullanılmaktadır. Ayırma analizinde

kullanılacak verilerin her bir parametre için en az 20 olacak şekilde toplamda minimum 100 veri bulunması gerekmektedir. Ayırma Analizi aşağıdaki amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilmektedir (Albayrak, 2006: 140);

- Grup üyeliğini kestirmek, diğer bir ifade ile, bir verinin hangi parametre kümesine dahil olacağını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.
- Bağımsız değişkenlere ait ortalamaların kümelere göre nasıl farklılık gösterdiğini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.
- Kümelere ayırmada kullanılacak değişkenlerin etkin olup olmadığını tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır.
- Verilerin planlandığı şekilde gruplanıp gruplanmadığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.

Ayırma analizi yapılabilmesi için aşağıdaki varsayımlar sağlanmalıdır (Tatlídil, 1996: 204);

- Çoklu normallik sağlanmalıdır.
- Tüm grupların kovaryans matrisleri eşit olmalıdır.
- Çoklu doğrusal bağlantı problemi olmamalıdır.

İki gruplu discriminant analizinde değişkenlerin iki grup arasındaki ayrımını sağlamada etkili olup olmadığı incelenmekte ve sonuçta iki grubu birbirinden maksimum olarak ayıracak şekilde ayırıcı değişkenlerin doğrusal bir fonksiyonunu elde edilmektedir. Böyle bir doğrusal fonksiyon diskriminant fonksiyonu olarak ifade edilmekte ve genel olarak aşağıda gösterildiği şekilde gösterilmektedir (Albayrak, 2006:144);

$$Z = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_pX_p$$

Burada b_0 sabit sayı, b_p katsayıları ise diskriminant ağırlıklarını, X_1 'den X_p 'ye kadar olan değişkenler de p sayıdaki ayırıcı değişkenleri ifade etmektedir. İki gruplu durumda, sadece bir diskriminant fonksiyonu bulunmaktadır.

Discriminant fonksiyonu katsayıları, her bir parametrenin discriminant fonksiyonuna tek başına katkı sağlayan katsayılardır. Yapı katsayıları ise, discriminant

skorları ve değişkenler arasındaki basit Pearson korelasyonları olup discriminant yükleri olarak da ifade edilmektedirler.

Pearson korelasyonları, -1 ile +1 arasında değerler almaktadırlar. Mutlak değerce 1'e daha olan ağırlık, discriminant fonksiyonu ile bağımsız değişken arasında büyük ortak varyansı göstermektedir. Yapı katsayıları discriminant fonksiyonlarını anlamlı şekilde adlandırmak için kullanılmakta iken, standartlaştırılmış discriminant fonksiyonu katsayıları, her bir değişkenin discriminant fonksiyonuna katkısını ölçmek amacıyla kullanılmaktadır (Albayrak, 2006: 145).

Discriminant fonksiyonlarının karakteristik esasları, özdeğer olarak ifade edilmektedir. Bağımlı değişkenin gözlemlerini gruplandıran yönlerin yani, diskriminant fonksiyonlarının önemini yansıtan istatistikler şeklinde açıklanmaktadır. Özdeğerlerin yüksek olması, bağımlı değişkendeki varyansın daha büyük bir kısmı o discriminant fonksiyonu tarafından ifade edileceğini göstermektedir. Genel olarak 0.40'dan büyük özdeğerler yeterli görülmektedir (Kalaycı, 2005: 342).

Discriminant analizi bir örnek ile açıklanacak olursa; 'Kola içenleri', 'Kola içmeyenlerden' ayırt etmenin bir pazarlama problemi olduğu kabul edilirse, büyük bir kola imalatçısının bu çalışmayı ayırma analizi ile yapacaktır. Bu sebeple, rassal olarak seçilen 500 kişilik bir tüketici kesimini örnek olarak belirlemiş ve bu bireylerin kola içip içmedikleri, cinsiyetleri ve sporla ilgilenme seviyeleri belirlenmiştir. Cinsiyet ve sporla ilgilenmenin tahmin değişkenleri olarak kullanılmalarının nedeni, daha önceki çalışmaların bu değişkenlerle kola içme arasında bir ilişkinin olduğunu tespit etmiş olmasıdır.

2.1.3.3. Kümeleme Analizi(Cluster Analysis)

Kümeleme analizi, bireyleri ve olaylar çeşitli kümelerde ayırt eden ve bu ayırma işleminde verileri esas niteliklerine göre sınıflandıran yöntem olarak açıklanmaktadır. Bu yöntem ile ele alınan veriler daha önceden belirlenmiş olan özelliklere göre birbirlerine benzerlik durumlarına göre kümelere ayrılırlar. Diğer bir ifade ile sınıflama işlemi yapılmamış verileri sınıflandırarak araştırmacılara daha açık

bilgiler vermeyi amaçlayan yöntem kümeleme analizi olarak açıklanmaktadır (Kalaycı, 2005: 317).

Kümeleme analizi çalışma sonucunda belirlenen gözlemlerin ilişkilerini baz alarak bu gözlemleri iki ya da daha fazla gruplara ayırmayı amaçlamaktadır. Kümeleme analizi, nesnel bir gruplandırma için çoğunlukla kullanılan bir yöntemdir (Albayrak, 2006: 84).

Kümeleme analizi sayesinde bireyler veya olaylar farklı niteliklere göre kümelere ayrılarak kümeler içinde homojen kümeler arasında da heterojenliği sağlanmaktadır. Yani kümeleme analizi sonucunda benzer veriler bir grup içinde tutulurken bu grupların diğer gruplarla bir ilişkisi bulunmamaktadır.

Kümeleme analizi, çalışmada gözlenen bireylerin veya olguların hesaplanan tüm parametrelerdeki değerlerini belirleyerek meydana gelecek kümelere odaklanmaktadır. Bireyler ya da olgular arasındaki ilişkileri belirlemek için uzaklık ölçüleri, korelasyon ölçüleri ya da nitelik verilerinin benzerlik ölçüleri değerlendirilmektedir.

Kümeleme analizinin geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Tıp, biyoloji, psikoloji ve diğer birçok alanda kümeleme analizi kullanılmaktadır. Belirsizliklerin ve karmaşıklıkların olduğu alanlarda daha yoğun kullanılmaktadır. Kümeleme analizinde, değişken miktarı çoğaldıkça, kullanılacak veri sayısının da çoğalması gerekmektedir. Veri sayısının, değişken sayısından yaklaşık olarak 3-4 kat fazla olması gerekmektedir (Akgül ve Çevik, 2003: 165).

Kümeleme analizinin sağlanması gereken varsayımlar ise aşağıdaki gibidir (Kalaycı, 2005: 324);

- Ana kütleyi doğru temsil eden, güvenilir bir örneklem seçilmelidir.
- Çoklu bağlantı varlığı araştırılmalıdır.
- Gözlem sayısının yeterli olmalıdır. (Genel düşünce değişken sayısının 3-4 katı olması gerektiği yönündedir.)
- Aşırı değerler incelenmelidir. Çünkü yöntem bu değerlere karşı oldukça duyarlıdır.
- İlişkili değişken gruplarındaki değişken sayıları benzer olmalıdır.

Kümeleme analizi bir örnek ile açıklanacak olursa; bireylerin sosyo-ekonomik özellikleri ve politik düşünceleri baz alınarak bu nitelikler ile birbirine benzeyen bireylerin aynı sınıflarda veya gruplarda bir araya getirilmesi için rassal olarak seçilen 64 birey üzerinde 19 parametrenin değeri hesaplanmıştır. Bu çalışmanın amacı, belirlenen 19 parametrenin bireyleri farklı gruplarda bir araya getirmede hangi ölçüde yeterli olduğunu tespit etmek ve böylece daha geniş kapsamlı araştırmalarda bu parametrelerin işe yarayıp yaramayacağını tespit etmektir.

Kümeleme analizinin pazarlama problemlerinin çözümü için uygulanması oldukça yaygın bir kullanılan bir tekniktir. Pazar bölümlenmesi, pazar testinin uygulanacağı bölgelerin belirlenmesi bu konu ile ilgili örnek verilebilecek alanlar arasındadır (Kalaycı, 2005: 323).

2.1.3.4. Yöneylem Araştırması

Geçen zamanda herhangi bir konudaki tasarının, beklenen vakitte ve maliyette sonuca ulaşması yüksek önem kazanmıştır. Günümüzde en basitinden, en karmaşığın kadar tüm tasarımlarda kullanılmaktadır. Hatta Yöneylem Araştırması adıyla bilim haline gelmiştir. Bu yöntemlerle tasarımlarda iş gününden, zamandan ve maliyetten tasarruf edilmektedir (Sağır vd., 2012).

Yöneylem Araştırması II. Dünya Savaşı yıllarında doğmuştur. II. Dünya Savaşı yıllarında İngilizler, karşılaştığı radarların etkili kullanımı, denizaltıların yerlerinin belirlenmesi gibi sorunlar için farklı alanlarda uzmanlaşmış kişilerle iş birliği yapmıştır (Taha, 2006). İlerleyen zamanda yaşadıkları ekonomik sorunlarda da aynı yolu izlemişlerdir. Ekipteki George B. Dantzig yaşanan sorunlara karşı belirlenen bir amaç fonksiyonu sayesinde verimli programların yapılabileceğini söylemiştir. Ve George B. Dantzig Simpleks Algoritması'nı oluşturmuştur (Hillier and Lieberman, 2010; Sağır vd., 2012).

Yöneylem araştırmasının; disiplinler arası yaklaşım, bilimsel yaklaşım ve bütünlük yaklaşım diye üç temel özelliği bulunmaktadır. Bu olayda disiplinler arası yaklaşım görülmektedir. Disiplinler arası yaklaşım dışında kalan iki özellik, disiplinler arası yaklaşım özelliğini desteklemektedir. Karşılaşılan sorunların giderilirken, bilim ışığında ilerlenmesi bilimsel yöntem olarak tanımlanmaktadır. Bilimsel yöntem

problem çözümünde gözlem ve inceleme yapma sonra hipotezi geliştirip ilgili deneyleri yapma ve son olarak sonuçların başka problemler için de kullanılabilmesi için genel hale getirme yolunu izlemektedir. Yöntem geri bildirimlerle, denetimlerle desteklenmelidir. Bütünleşik yaklaşım ise sorun çözümünde sisteme etki eden tüm faktörlerin birlikte ele alınmasıdır. Karmaşık sistemlerde sistem yaklaşımı olarak adlandırılmaktadır (Hillier ve Lieberman, 2010)

Yöneylem Araştırması sürecinde birbirinden farklı alanlardaki uzmanların bir ekip oluşturup sorunu çözmeye çalışmalarına disiplinler arası yaklaşım denilmektedir (Taha, 2006; Sağır vd., 2012). Yöneylem araştırması tüm dünyada birçok etkinliğe fayda sağlamış verimli bir yöntemdir. Devletler kendilerine ait yöneylem araştırma denklemlerini oluşturmuş ve Yöneylem Araştırma Dernekleri Federasyonu'na kayıt olmuşlardır. Bu konuda var olan her şey Yöneylem Araştırmalarının ne denli önemli ve gelişmeye açık olduğunu kanıtlamaktadır.

Yöneylem araştırmasının temel özelliklerini aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür (Hillier ve Lieberman, 2010);

- **Sistem yaklaşımını kullanması:** Yöneylem araştırması problemi çözerken, o problemin ait olduğu organizasyonun bütün unsurlarını, çevresini ve aralarındaki etkileşimi göz önünde bulundurur.
- **Disiplinler arası bir yaklaşım olması:** Sorunun giderilmesi sürecinde farklı görüşlerden yararlanmak amacıyla birbirinden farklı konularda uzmanlaşmış kişilerden oluşan bir grup sorunu ele almalıdır.
- **Bilimsel yöntemler kullanması:** Yöneylem araştırması problemi tanımlar, modeller, çözer, sonuçları test eder ve uygular

Yöneylem alanında kullanılan teknikler ve ilgili tanımlamalar aşağıdaki tablo ile özetlenmektedir;

Tablo 8. Yöneylem Teknikleri ve Tanımlamalar

Model Tipi	Yöntem
Deterministik	Doğrusal Programlama Tamsayılı Programlama Hedef Programlama Analitik Hiyerarşi Süreci Ulaştırma ve Atama Problemleri Doğrusal Olmayan Programlama Deterministik Dinamik Programlama Deterministik stok Modelleri Şebeke (Ağ) Analizi
Olasılıklı	Markov Zincirleri Kuyruk Teorisi Karar Analizi Oyun Teorisi Simülasyon Tahmin Modelleri Olasılıklı Stok Modelleri Olasılıklı Dinamik Programlama

Yöneylem araştırması yöntemleri birçok alanda uygulama imkanı bulunan yöntemler olup, genellikle aşağıdaki belirtilen alanlarda kullanılmaktadır (Taha, 2006; Cinemre, 2011; Esin ve Şahin, 2012; Öztürk, 2014);

- Üretim planlama
- Üretim çizelgeleme
- Verimlilik analizi
- Toplam kalite yönetimi
- Proje yönetimi
- Taşıma-ulaşım
- Stratejik planlama
- Yatırım planlama
- Optimizasyon
- Benzetim
- Tam zamanlı üretim
- Karar destek ve uzman sistemler

- Enerji planlaması
- Karar modelleri
- Malzeme ve envanter yöntemi
- Esnek imalat sistemleri
- Finansal programlama
- Tahmin ve kestirme yöntemleri
- Bakım planlaması
- Maliyet planlaması
- Tesis yer seçimi ve dağıtım
- Rassal süreçler

2.1.3.5. Beyin Fırtınası

Birden çok kişinin ele alınan sorun hakkında fikirlerini söylemesi beyin fırtınası tekniği olarak adlandırılmaktadır. Beyin fırtınası esnasında uyulması gereken bir takım kurallar bulunmaktadır. Bu kuralları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Gümüsoğlu, 2000);

- Gruptaki her birey tek tek fikirlerini ortaya koyar ve fikirleri son bulana kadar devam ederler.
- Kişiler sıra ile ve her defasında bir fikir beyan etmelidirler.
- Her bir üyenin birden çok fikrinin olması tekniği güçlendirir.
- Sırası geldiği halde fikri olmayanlar pas diyebilirler.
- Kimsenin fikri hor görülmez.
- Daha önce böyle bir grupta bulunmayanlar cesaretlendirilir.
- Sıcakkanlı ve zaman zaman resmiyeti aşan gülümsemeler ve tavırlar faydalı olur.

Beyin fırtınası oturumu sırasında dikkat edilmesi gereken konular aşağıdaki gibi özetlenmektedir (Efil, 2016: 7);

- Grup lideri uzun ya da uzayan bir fikri, kişinin isteğiyle daha kıza hale getirebilir.

- Grup lideri ortaya atılan fikirler hakkında konuşmamalıdır, olduğu gibi kabul etmelidir.
- Ortaya atılan düşünceleri görevli bir kişi kaydetmelidir.
- Tüm bireylerin söyleyecek bir şeyi kalmayınca oturum kapatılmalıdır.

Beyin fırtınası oylaması, bazı düşüncelerin elenmesi için yapılan oylamadır belirlenen fikirlerin sayıca azaltılması için oylama yapılır. Oylama yapılırken aşağıdaki adımlar takip edilmektedir (Doğan ve Tütüncü, 2003: 46);

- Her birey katıldığı fikirlere oy verirler.
- En fazla oy toplayan fikir belirlenir.
- Sonraki aşamada bireyler sadece bir fikre oy verebilmektedir.
- Oylama işlemi yapılırken iyi ya da kötü eleştiriler yapıp tartışılabilir.
- Daha sonra oylama işlemine devam edilir.

Beyin fırtınası ile ilişkilendirilen konuları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006: 72);

- Çalışma kuralları,
- İsim belirleme,
- Ulaşılmak istenen hedefler,
- İşimizle ilgili var olan sorunlar,
- Kendi iş çevreleri ile ilgili sorunlar,
- Çıkması muhtemel sorunlar,
- Muhtemel çözümler.

Beyin fırtınası esnasında hatırlanması gereken unsurlar aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006: 74);

- Üyelerin konu hakkında bilgi toplayıp daha çok fikir üretebilmeleri için konunun toplantıdan önce üyelere bildirilmelidir.
- Toplantı sırasında büyük görseller ve panolar kullanılabilir.
- Geniş düşünüp, hayaller kurulmalıdır.
- Maddi imkansızlıklar göz ardı edilmelidir.
- Empati yapılmalıdır.

- Oturumun çıktılarından kalan çalışanlar haberdar edilmelidir çünkü bu saatten sonra yeni fikirler ortaya çıkacaktır.
- Birinci toplantının ardından daha iyi düşünceler belirir.
- Gruptaki her birey kendisine 5N1K mantığında soruları sormalıdır.
- Beyin fırtınası toplantısına ziyaretçiler de katılabilirler.
- Beyin fırtınası toplantısı tutanak ile kaydedilir.

2.1.3.6. 5N1K Yöntemi

Toplantı sırasında, bireylerin düşünürken ne-neden-ne zaman-nerede-nasıl-kim sorularına cevap aramak anlamındaki yöntemdir (Besterfield vd., 1985).

Hayatın her safhasında planlı olmak gerekmektedir. Planlı uygulamalar daha verimlidirler. Plansız uygulamalar genellikle olumsuz sonuçlar vermektedir. Planlamalar yapılırken de genellikle 5N1K uygulanmaktadır. Haberler yazılırken de 5N1K'dan yararlanılmaktadır (Besterfield, 2004).

Nedir 5N-1K kuralı?

NE	→	Konuyu vermektedir.
NEDEN	→	Amacı vermektedir.
NASIL	→	Yöntemi belirlemektedir.
NEREDE	→	Mekân ve yer ile ilgili olguları belirtmektedir.
NE ZAMAN	→	Süre ile ilgili olguları belirtmektedir.
KİM	→	İlgili ve sorumlu kişileri belirlemektedir.

Yöntem analiz anahtarı da denilmektedir ve bir planlama tekniğidir. 5N1K tekniğiyle kaydedilen bilgiler, çalışma sırasında geriye dönüşleri azaltır. Zaman kaybını önlemekte, iş yükünü azaltmakta ve zamandan tasarruf sağlamaktadır. En nihayetinde okuyucu aklındaki tüm sorulara da cevap bulabilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİNİN KONFEKSİYON SANAYİNDE UYGULAMASI

3.1. Giriş

Bu uygulamada, konfeksiyon ve hazır giyim sanayinde faaliyet gösteren bir işletmede üretilen gömlek modeline ait hata analizleri ve bu hataların çözülmesi istatistiksel kalite kontrol teknikleri vasıtasıyla yapılmıştır. İstatistiksel kalite kontrol tekniklerinden; Kontrol çizelgeleri, pareto analizi, kontrol grafiği, sebep-sonuç diyagramı ve gruplandırma tekniği uygulanmıştır. Yapılan çalışma 2019 yılı kasım – 2020 yılı mayıs aylarında toplam 6 aylık bir süreci kapsamaktadır. Üretimde gerçekleşen hatalar kontrol çizelgesinde oluşturularak bu hataların çözüme yönelik öncelik sıralaması pareto analiziyle gösterilmiştir. Hataların nedenlerini sorgulamak ve çözüme daha kolay ulaşabilmek için neden-sonuç diyagramı çizilerek en çok karşılaşılan hata üzerinde yoğunlaşma sağlanmış ve çözüme yönelik öncelikli olarak irdelenmesi gereken hususlar ele alınmıştır.

Konfeksiyon ve hazır giyim sanayi ülkemizde; üretimdeki payı ve çalışan personelin oranı açısından bakıldığında istihdama sağladığı katkılardan dolayı ülkemizde önemli bir paya sahiptir. Bir ürün ortaya koyulurken üretim aşamasında birden fazla parçanın bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bizim ele aldığımız ürün grubundan örnek vermek gerekirse gömlek için; yaka, cep, manşet, gibi çalışmalar bir araya getirilerek bir bütün sağlanmaktadır. Bu nedenle yapılması gereken işlem adımlarının sayısı fazladır. Yapılan işlem adımlarının sayısının fazla olması, işlemlerin kontrolünün önem derecesinin fazla olduğunu göstermektedir. Bu sebeple çalışmamızın konusu üretim yapan bir konfeksiyon firmasında belirlenmiş bir ürün grubu üzerinden giderek karşılaşılan hataların istatistiksel kalite kontrol teknikleriyle analiz edilmesi ve bu hata oranlarının en aza indirgenmesi amaçlanmıştır.

Bu bölümde işletmede istatistiksel kalite kontrol yöntemleri uygulanmış ve hatalar tespit edilmiştir. Belirlenen hataların karşılaşılan sıklık sayısına göre sıralama

tablosu oluşturulmuştur. Yapılan analizler ve tespit edilen veriler doğrultusunda pareto analizi yapılmıştır. En sık karşılaşılan hata baz alınarak balık kılçığı diyagramı, ceza maliyeti hesaplanması ve sınıflandırma modeli uygulaması yapılmıştır.

Konfeksiyon ve hazır giyim sanayinde uluslararası rekabet koşulları, artan maliyet ve zorlu rekabet koşullarına rağmen bir işletmenin kaliteye odaklanıp müşteri ve çalışan memnuniyetini arttırmaya yönelik çalışmalar yapması, diğer işletmeler için örnek teşkil etmesi düşünülmüştür.

3.2. Hata Sıralama Tablosu Oluşturulması ve Pareto Analizi Uygulaması

Adını İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto'dan alan bu araç 80–20 kuralı olarak da bilinir. Analiz, sorunların %80'inin, yerine getirilen işlemlerin %20'sine dayandığı mantığı ile problemleri ve nedenleri derecelendirir (Gümüőğlu, 2000, s.142). Pareto analizi en önemli birkaç konu veya sorun üzerinde dikkati yoğunlaştırdığından ve önceliklerin belirlenmesine yardımcı olduğundan, verimlilik analizi için yararlı bir araçtır (Prokopenko, 2005, s.156).

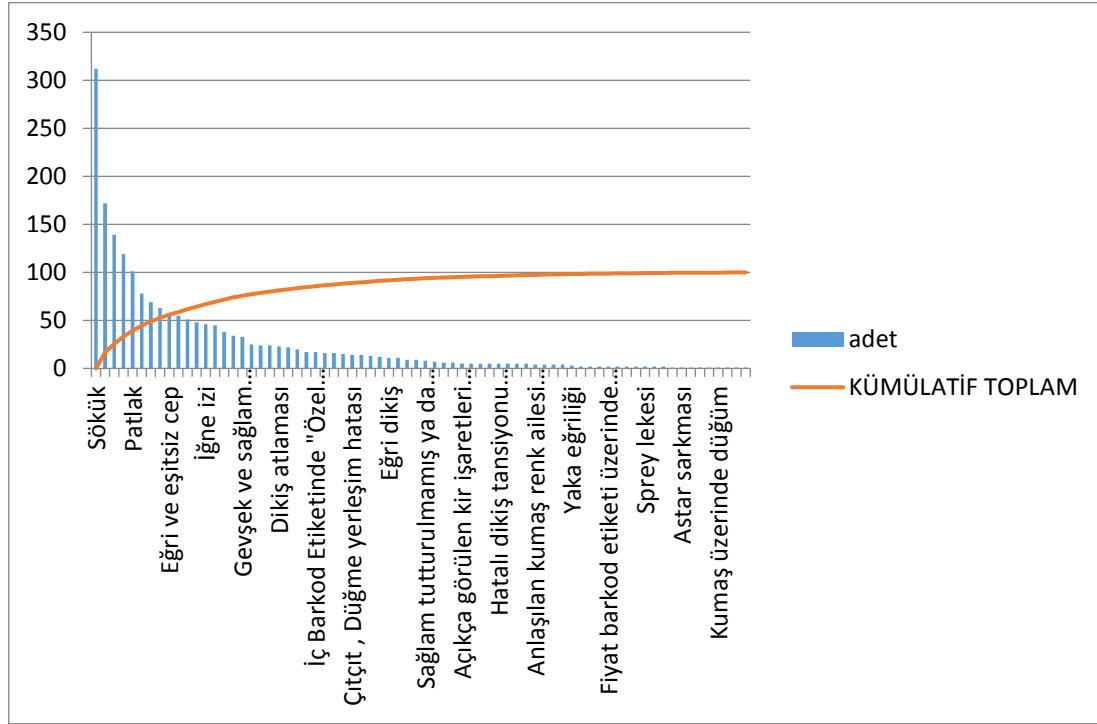
Pareto analiziyle birlikte sistem üzerinde karşılaşılan hataların ve problemlerin çözümlenmesine öncelik sıralaması belirlenir.

Konfeksiyon firmasında 2019 yılının Kasım ve 2020 yılı Mayıs aylarına denk gelen toplam 6 aylık bir süreçte gömlek ürünlerinin son kontrolü sonrasında hatalı ürünler tespit edilmiştir. Bu dönem içerisinde incelenen ürünler arasından toplam 1886 adet ürün hatalı tespit edilmiştir. Bu hata adetleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak 72 adet hata çeşidi tespit edilmiştir. Bu veriler sayesinde hataların oluşmasına sebep olan faktörlerin analizi yapıldığında hangi hatanın öncelikli olduğu ve nelerin öncelikli olduğu daha rahat anlaşılmaktadır.

Tablo 9. Hata Sıralama Tablosu

HATA TANIMI	ADET	KÜMÜLATİF TOPLAM	
Sökük	312	16,54	20%
İğne hasarı	172	25,66	
Dikiş dönmesi/kaptırma	139	33,03	
renk farkı	119	39,34	
Patlak	101	44,70	
Gri Hata	78	48,83	
Yaka eşitsizliği	69	52,49	
Yırtık/ delik	63	55,83	
Eğri ve eşitsiz cep	56	58,80	
Etek, paça eğriliği	55	61,72	
Görünen dokuma ve örme hatası (Kumaş kırığı, may bozukluğu, eksik ya da kalın iplik)	51	64,42	
Fiyat barkod etiketi üzerinde hatalı barcod bilgisi	48	66,97	
İğne izi	46	69,41	
Pat eşitsizliği	45	71,79	
Stickerlerden dolayı kumaş yüzeyinde oluşan lekeler	38	73,81	
Ürün üzerinde veya içinde (el ayak bölgesi dışında) temizlenmemiş iplik (0-36 ay)	34	75,61	
Gevşek ve sağlam tutturulmamış aksesuar(çıtçıt, düğme, kuşgözü, toka vs.) (Çocuk)	33	77,36	
Dönme(paça, kol, yan vs.)	25	78,69	
Açıkça görülen kir izleri veya lekeler-Dar leke	24	79,96	
Düzensiz birleşen dikişler (ör. Reçme birleşim yeri, kötü tamir)	24	81,23	80%
Dikiş atlaması	23	82,45	
İç bakım etiketinde LC Waikiki Mağazacılık Hiz. Tic.A.Ş. bilgisinin eksik/hatalı olması	22	83,62	
Conta eşitsizliği	20	84,68	
Dikiş düşmesi	17	85,58	
İç Barkod Etiketinde "Özel Kod, Beden, Renk Kodu, Barkod, Sipariş Numarası, Model Adı" bilgisinin Eksik yada hatalı olması	17	86,48	
Büzgü	16	87,33	
Kırık, gevşek ya da kolaylıkla yerinden çıkabilecek düğmeler/ aksesuarlar (fermuar, çıtçıt, kuşgözü, pul, payet, boncuk, taş vb.) veya tokalar	16	88,18	
Potluk	15	88,97	
Çıtçıt , Düğme yerleşim hatası	14	89,71	
İç Bakım Etiketlerinin Eksik yada Olmaması	14	90,46	
Diğer	13	91,15	
Ürün üzerinde temizlenmemiş iplik (36 aydan büyük yaş gruplarında)	12	91,78	
Eğri dikiş	11	92,36	
Ürün üzerinde yağ lekesi	11	92,95	
Eğri, ortalanmamış pat	9	93,43	
Ürün üzerinde kalan meto etiketler	9	93,90	
Sağlam tutturulmamış ya da hasar gördüğünde çabuk sökülebilen dikişler	8	94,33	
Kol boyu eşitsizliği	7	94,70	
Düğme, çıt çıt, rivet vs. dibi patlak, defo	6	95,02	
Omuz eşitsizliği	6	95,33	
Açıkça görülen kir işaretleri veya lekeler - geniş leke veya dar leke	5	95,60	
Düğme, ilik ve diğer birleştirme aksesuarlarının birbirini karşılamaması	5	95,86	
El veya ayak bölgesinde temizlenmemiş, sarkan iplik (0-36 ay)	5	96,13	
Fonksiyonel Aksesuarların "Tam" veya "Kısmen" çalışmaması (fermuar, klips, toka vs.)	5	96,39	
Hatalı dikiş tansiyonu (büzgü, gevşek)	5	96,66	
İç Barkod Etiketinde Eksik/Hatalı Sipariş Numarası	5	96,92	
İlmek Kaçığı	5	97,19	
Pasa dikiş	5	97,45	
Anlaşılan kumaş renk ailesi dışındaki aynı lot içinde renk farkı	4	97,67	
Eksik dikiş	4	97,88	
İşaret kalem izi	4	98,09	
Yan boy , iç boy eşitsizliği	4	98,30	
Yaka eğriliği	3	98,46	
Ana kumaş ve süs aksesuarlar (şerit, dantel, kordon vs.) arasında ton farkı	2	98,57	
Anlaşılan standardın dışında (fazla/az/yanlış) yıkama efekti	2	98,67	
Fiyat barkod etiketi üzerinde eksik/hatalı beden	2	98,78	
Fiyat barkod etiketi üzerinde eksik/hatalı model adı veya Renk Kodu	2	98,89	
Hatalı çıtçıt, çakma düğme, fermuar, metal kuş gözü ve rivetler	2	98,99	
Kol ağzı eşitsizliği	2	99,10	
Makine ayak izi (parlama)	2	99,20	
Sprey lekesi	2	99,31	
Ütü hatası, parlama, yanık izi veya pile izi	2	99,42	
Yabancı elyaf / jüt	2	99,52	
0-36 ay arasını kapsayan bedenler için konç bölgesinde 2 cm'den uzun serbest iplik ve/veya ilmek	1	99,58	
Astar sarkması	1	99,63	
Hata Metosu (LCW)	1	99,68	
Kol takma hatası	1	99,73	
Kumaş kırığı	1	99,79	
Kumaş üzerinde düğüm	1	99,84	
Metal aksesuar kaplamalarının dökülmesi	1	99,89	
Yaka düğme pozisyonunu hatalı olması	1	99,95	
Yaka formu hatalı	1	100,00	
TOPLAM	1886		

Elde edilen verilere göre hata dağılımını gösteren pareto grafiği şekilde gösterilmiştir.

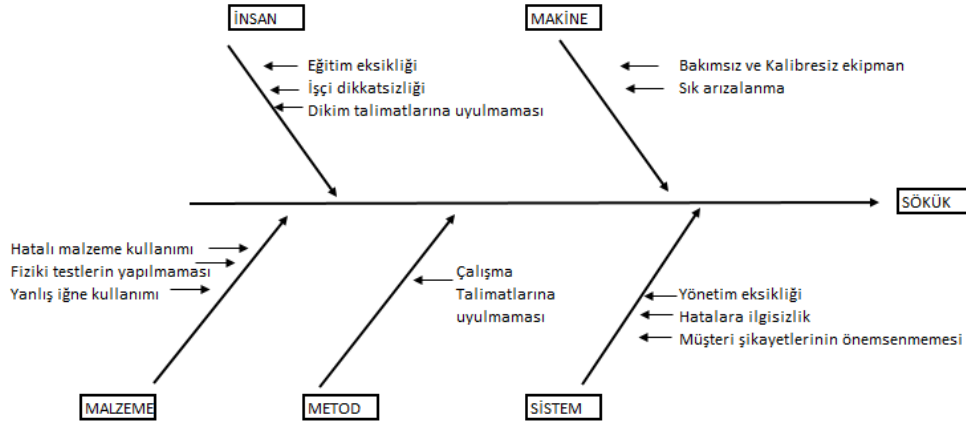


Şekil 10. Hata Dağılımını Gösteren Pareto Grafiği

Grafikten elde edilen verilere göre sıralamadaki ilk sökük hatası yer almaktadır. Bu analizde beyin fırtınası yapılarak sorun ortaya konulmaya çalışılmıştır. Buradaki problem, gömlek üretimindeki toplam hataların içerisinde 312 tanesi sökük hatasından kaynaklı olmasıdır.

3.3. Balık Kılçığı (Neden-Sonuç Diyagramı) Uygulaması

Hata türlerine göre oluşturulan sorun sıralamasından yola çıkılarak oluşturulan temel problemler “balık kılçığı” analiziyle ortaya konmuştur. Bu bağlamda İnsan, Makine, Malzeme, Metot, Sistem ana sorunlar olarak gözlemlenmiştir. Bu temel sebepler kendi içlerinde alt nedenlere ayrıştırılarak gerekli önlemlerin alınması yönünde öncelik sorununa yönelik doğru karar vermek amacıyla belirlenmiştir. Bu amaçla çalışmamızın konusunu oluşturan sökük hatasının nedenleri şekilde gösterilmiştir.



Şekil 11. Balık Kılçığı (Neden-Sonuç) Diyagramı

Diyagramda hata nedenleri; İnsan, makine/ekipman,malzeme, metod ve sistem olmak üzere 5 ana sorundan oluşmaktadır. Hata oluşumuna yani söküğe sebep olan tüm bu etmenler, firmada çalışan personellerden oluşan bir grup ile beyin fırtınası yapılarak belirlenmiş ve şekilde gösterilmiştir. Buna göre; söküğe sebep olan hata nedenleri kutular içinde belirtilmiş, bu nedenlere sebep olan faktörler de oklar ile gösterilmiştir.

Şekilde gösterilen balık kılçığı diyagramı incelendiğinde Sökük hatasının oluşumuna genelde personel ve malzeme tabanlı sebeplerin neden olduğu gözlenmiştir. Makinelerde oluşan hataların başlıca nedenleri arasında personel ve malzeme odaklı olduğu saptanmıştır. Görev ve sorumluluklarını yerine getirmeyen personeller, bakım zamanlaması, malzemelerdeki uyumsuzluk, ekipmanların aşınması ve kırılması hataların temel sebepleri olduğu belirlenmiştir.

Sökük hatasının ortadan kaldırılabilmesi veya hata sayısının minimuma indirilebilmesi için neler yapılması gerektiği düşünülmüştür. İnsan hatalarının birçoğu personelin bilinçsiz ya da eğitimsiz olduğundan kaynaklanmaktadır. İşe alımlarda personelin kalifiye olmasının göz önünde tutulması önemlidir.(Personel seçiminde personelin kalifiye olmasına dikkat edilmesi)personellere haftalık ya da aylık verilecek eğitimler ile de bu hataların çoğunun önüne geçilebilir. Eğitimin yanı sıra rekabetçi bir yaklaşım göstererek en az hatayı çıkaran departmana ödül verilebilecek bir sistem de uygulanabilir. Oransal olarak insandan sonra en çok hatanın makine

kaynaklı alındığı görülmüştür. Burada en önemli husus makinaların belirli periyotlarla bakıma sokulmasıdır. Bu şekilde makinaların aşırı ısınma sorunlarının, aksanlarının aşınma sorunlarının ve en önemlisi arızalanmasının minimuma indirilmesi sağlanabilir. İlk etapta bakımın maliyetli bir çözüm olduğu düşünülebilir. Fakat makinanın arızalanması gibi bir durumda personelin boşa çıkması, müşteriye karşı itibar ve birçok fire hatasına neden olacağı unutulmamalıdır.

Yanlış malzeme kullanılması da sökülme hatasına sıklıkla yol açan bir nedendir. Kumaşa uygun olmayan iğnelerin kullanılması gibi nedenleri önlemek amacıyla bilgilendirme çizelgeleri asılabilir ve personellerin dikkatine sunulabilir. Bunun dışında testlerin sıklaştırılması da malzeme kaynaklı hataların önlenmesinde faydalı olacaktır.

Belirli periyotlarla ürünlerin testlere tabii tutulması ile hatalara erken ulaşılabilir ve üretim bandında üretilen diğer ürünlerin hataları engellenmiş olabilir. Metot hatalarının engellenebilmesi için akıllı dikiş makinaları kullanılabilir. Bu makinalar sensörlü iğne uçları ile kumaşın cinsine göre vuruş hızlarını kendileri ayarlayabilir ve bu sayede dikiş hızı kaynaklı hataların önüne geçilebilir.

3.3.1. Ceza Maliyeti Hesaplama Uygulaması

Sebeup-sonuç diyagramında Sistem bileşeni altında yönetimin bu konuya olan ilgisizliği analiz edilmiştir. Yönetim kadrolarının ilgisini çekebilmek adına Envanter Teorisinden de bildiğimiz ceza maliyeti hesabı yapılması planlandı. Karşılanamayan her bir sipariş başına düşen maliyeti hesapladık.

Ürünün karşılanamamasından dolayı ortaya çıkacak maliyetleri minimize etmeye çalıştık. İşletmede yıl içinde sökülme hatası ile en çok karşılaşılan kumaş cinslerinin kadife ve şantuk kaliteleri olduğu tespit edildi. Bu kalitelerin yıl içinde üretilen toplam miktarı 450.000 adettir.

Tablo 10. Ceza Maliyeti Hesap Verileri

Lambda	450.000	adet/yıl
Sigma	10.250	adet
Beta	0,95	
h	15,00 ₺	₺/adet
K	500	₺/sipariş
Q0	5478	adet
n(R)	273,9	
L(z)	0,026722	
z	1,55	(Kayıp Fonksiyon tablosundan)
R0	465888	adet
1-F(R)	0,060571	(Kayıp Fonksiyon tablosundan)

Yukarıdaki tabloda yıl içinde üretilen kadife ve şantuk kalitelerinden olan gömleklerin adeti Lambda değeri olarak belirtilmiştir. Talebin standart sapması Sigma'dır. Beta (hizmet seviyesi) %95 olarak hedeflenmiştir.

Beta'nın buradaki anlamı gelen bütün taleplerin tamamını %95 olasılıkla karşılanacağı yönünde olmasıdır.

Elde bulundurma maliyeti (h) işletme tarafından 15 TL olarak belirlenmiştir. K değeri ise sipariş başına düşen üretime başlama maliyetidir.

Tip-2 Hizmet seviyesi kuralı ile birim ceza maliyetini hesaplayabiliriz. İlgili hesaplar Tablo-11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. (Q,R) Kuralı ile En İyi Parti Büyüklüğü Hesabı

Q1	929,00
n(R)	46,45
L(z)	0,004531707
z	2,23
R1	472858
1-F(R)	0,060570758

Q2	6297,521948
n(R)	314,8760974
L(z)	0,030719619
z	1,48
R2	465170
1-F(R)	0,069436623

Q3	11645,54537
n(R)	582,2772683
L(z)	0,056807538
z	1,2
R3	462300
1-F(R)	0,11506967
KURAL	
Q (adet)	R (adet)
11646	462300

$$p = \frac{Qh}{[(1 - F(R))\lambda]}$$

(Q,R) Kuralı ile en iyi parti büyüklüğünü hesapladığımızda sonuç olarak;

$$Q(\text{Adet}) : 11.646$$

$$1 - F(R) = 0,11506967$$

$$\lambda = 450,000 \text{ Adet/yıl}$$

$$p = 3,37 \text{ TL}$$

En iyi (Q,R) kuralı envanter 462.300'e düştüğünde 11.646 adet sipariş verilmesi gerektiği anlamına gelmektedir.

Bu kuralı uygulamamız ve hesabını yapmamızın temel sebebi, yönetimin ilgisizliğini gidermek ve her bir gönderilemeyen gömlek başına 3,37 TL 'lik maliyetin tespitini yapabilmektir.

3.3.2. Makine Arızalanma Sıklığı Tespiti ve İyileştirme Uygulaması

Aşağıda 74OVL8547 kodlu overlok makinasının arıza kaydı bilgileri bulunmaktadır. 27 adet arızanın tarihleri ile birlikte kaydı tutulmuş, gün sayısı kısmında ise iki arıza arasında geçen süre (gün) yazılmıştır.

Kodu : 74OVL8547

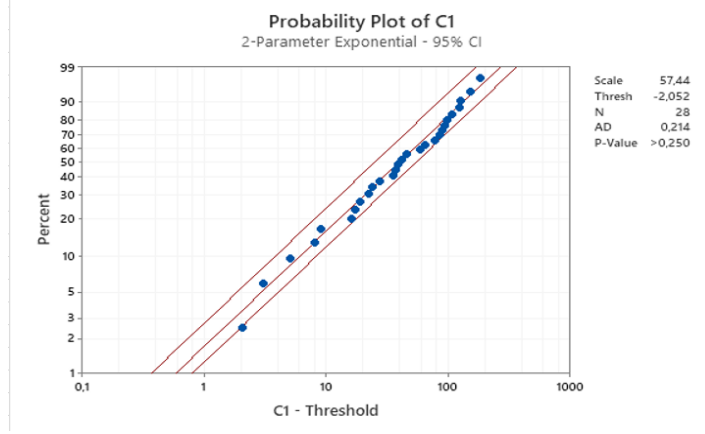
Adı : Overlok

Tablo 12. İki Arıza Arasında Geçen Süre

Arızalar	Tarih	Gün Sayısı
1	1.01.2016	
2	16.01.2016	15
3	16.04.2016	91
4	30.05.2016	44
5	5.06.2016	6
6	7.08.2016	63
7	8.08.2016	1
8	10.12.2016	124
9	13.12.2016	3
10	17.01.2017	35
11	18.07.2017	182
12	12.10.2017	86
13	3.11.2017	22
14	17.01.2018	75
15	24.01.2018	7
16	7.02.2018	14
17	7.07.2018	150
18	21.10.2018	106
19	15.11.2018	25
20	11.01.2019	57
21	11.01.2019	0
22	28.01.2019	17
23	28.05.2019	120
24	19.08.2019	83
25	25.09.2019	37
26	15.10.2019	20
27	17.11.2019	33

Gün sayısı verileri MiniTab v19 ile dağılım testine tabi tutulmuş P-Value değeri $> 0,05$ olduğu için Exponential (Üstel) dağılıma uyduğu görülmüştür. Bu durumda MTBF=57,44 bulunmuştur.

H0: Veri üstel dağılıma uyuyor hipotezi reddedilmiyor.



Şekil 12. Minitab Uygulamasında Dağılım Testi

Makinanın arıza yapma olasılığı $1 - E^{-\frac{T}{MTBF}}$ ile hesaplanarak aşağıdaki tablo oluşturulmuştur.

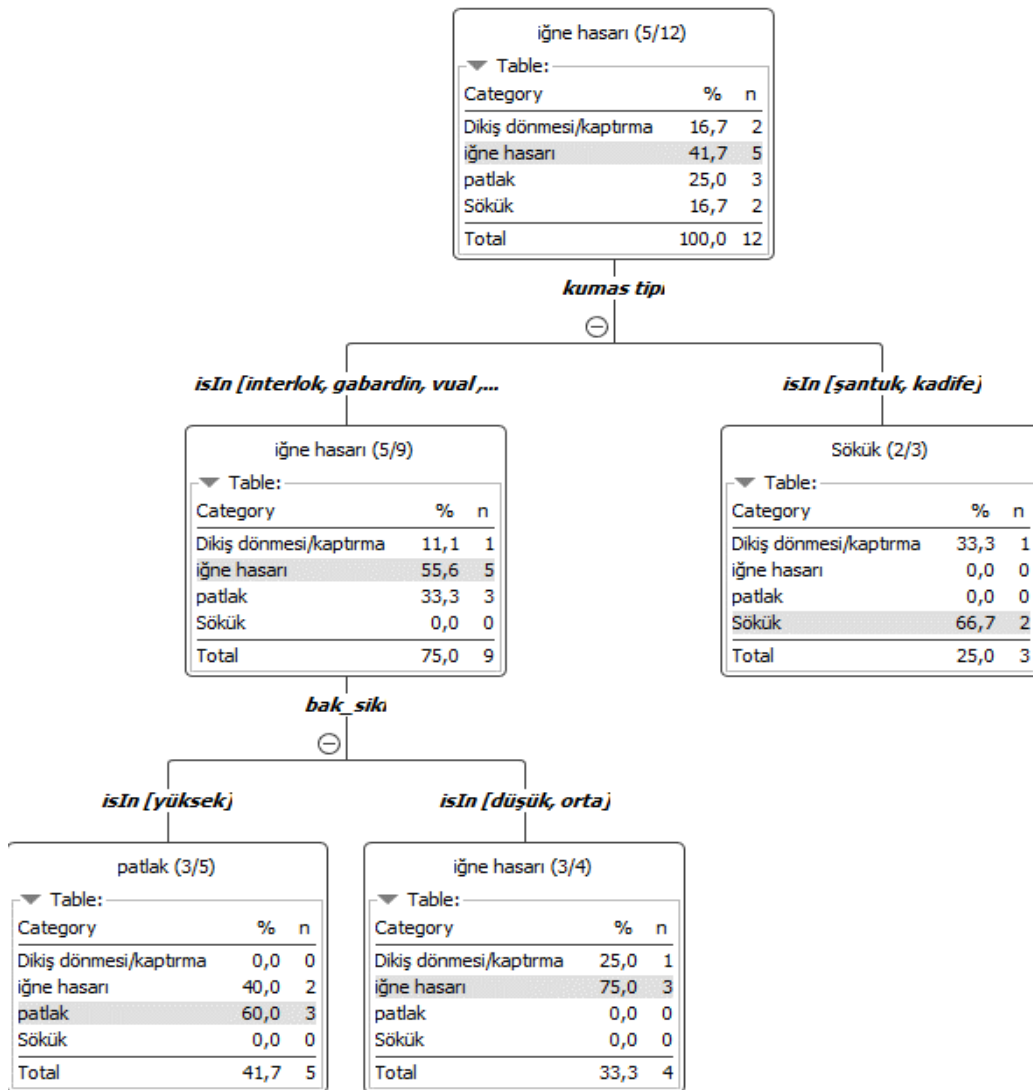
Tablo 13. Arıza Yapma Olasılıkları

Gün	Arızalanma Olasılığı
4	6,7%
8	13,0%
12	18,9%
16	24,3%
20	29,4%
24	34,2%
28	38,6%
32	42,7%
36	46,6%
40	50,2%
44	53,5%
48	56,6%
52	59,6%
56	62,3%
60	64,8%
64	67,2%
68	69,4%
72	71,4%
80	75,2%
84	76,8%
88	78,4%
92	79,8%
96	81,2%
100	82,5%

Sonuçlara göre makinaların 12. Gün sonunda %18,9, 40. Gün sonunda ise %50,2 oranında arıza vereceği saptanmıştır. Veriler göz önünde bulundurularak makine arızalarının azaltılması dolayısıyla arızalanmalardan kaynaklanan sökük hataların da azaltılması sağlanacaktır.

3.3.3. GINI İndeksi Sınıflandırma Sonuçları

KNIME uygulamasında Gini indeksi metodolojisi uygulanarak en düşük entropi Şekil-13’de gösterilen karar ağacı ile sağlanmıştır.



Şekil 13. Sınıflandırma Model ve Sonuçlar

Gini indeksi verideki kirliliği ölçerek sonuca gider. Kirlilik ifadesi;

$$Gini(D) = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$$

Gini indeksi her bir özelliği sadece ikili olarak ayırır. Bunu yaparken A özelliğinin aldığı değerlerin, kendisi ve boş küme hariç bütün alt kümelerini test eder.

A özelliğinin alt kümelerine göre D_1 ve D_2 ikili olarak ayrılan D veri seti için aşağıdaki değer hesaplanır.

$$Gini_A(D) = \frac{|D_1|}{|D|} Gini(D_1) + \frac{|D_2|}{|D|} Gini(D_2)$$

Hesaplanan Gini indeksi en küçük olan özelliğin ikili ayrışması veri setini ayırtmak için kullanılır.

Aşağıdaki tabloda bulunan veriler kullanılarak bir algoritma çalıştırılmıştır.

Tablo 14. Karşılaşılan Hataların sınıflaması

Hata Türü	Hata Sayısı	Personel Tecrübesi	Makina Yaşı	Dikiş mesafesi	Bakım Sıklığı	Kumaş Tipi
Dikiş dönmesi/kaptırma	orta	yüksek	orta	160	düşük	şantuk
Dikiş dönmesi/kaptırma	orta	düşük	düşük	160	düşük	interlok
iğne hasarı	orta	yüksek	yüksek	180	yüksek	gabardin
iğne hasarı	az	yüksek	orta	190	orta	vual
iğne hasarı	az	düşük	düşük	160	düşük	poplin
iğne hasarı	orta	orta	orta	160	düşük	interlok
iğne hasarı	orta	orta	orta	160	yüksek	poplin
patlak	fazla	yüksek	yüksek	180	yüksek	gabardin
patlak	fazla	yüksek	orta	160	yüksek	süprem
patlak	orta	orta	orta	180	yüksek	poplin
Sökük	orta	orta	orta	170	orta	kadife
Sökük	az	orta	orta	180	orta	şantuk

Bu algoritmaya göre Şekil 13. deki karar ağacı ve Şekil 14. Confusion Matrix-Scorer çıkarılmıştır

Correct classified: 8	Wrong classified: 4
Accuracy: 66,667 %	Error: 33,333 %

Şekil 14. Confusion Matrix- Scorer

Scorer'a göre indeksimiz doğru sınıflandırılmış 8 veri ve %66,6 doğruluk ile çalışmaktadır.

Sınıflandırma ve algoritmalar sonucunda aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

Tablo 15. Knime Uygulaması Sonuçları

Rule	Record count	Number of correct
Bakım sıklığı (yüksek) ve Kumaş tipi ("interlok", "gabardin", "vual", "poplin", "süprem") => 'Patlak'	5.0	3.0
Bakım sıklığı (düşük) ve Kumaş tipi ("interlok", "gabardin", "vual", "poplin", "süprem") => "İğne hasarı"	4.0	3.0
Kumaş tipi ("şantuk", "kadife") => "Sökük"	3.0	2.0

3.4. Uygulama Sonucu

Tez çalışmasının uygulamasının yapıldığı konfeksiyon firmasında karşılaşılan hataları minimize etmek adına analizler yapılmış ve çözümlenmesi için istatistiksel kalite kontrol teknikleri uygulanmıştır. İlk olarak karşılaşılan hataların listesi çıkarılmış ve hata miktarlarının adetsel olarak analizleri yapılmıştır. Yapılan gözlem sonucu sık rastlanan hatalara miktar bazında sıralama tablosu yapılmıştır ve pareto analizi uygulanmıştır. Pareto grafiğinden elde edilen veriler sonucu sökük hatasına odaklanılmıştır. Rastlanan sökük hatalarının temel sebeplerinin anlaşılabilmesi adına balık kılçığı diyagramı uygulaması yapılmıştır. Hata oluşumuna sebep olan İnsan, makine, malzeme, metot ve sistem kaynaklı sorunların analizi yapılmıştır ve tekrarlanmaması için önlemler alınmıştır.

Balık kılçığı diyagramında sistem başlığı altında yönetim kadrosunun, karşılaşılan hatalara olan ilgisizliği tespit edilmiştir ve konunun dikkat çekmesi amacıyla ceza maliyeti hesabı yapılmıştır. Karşılanamayan her sipariş için işletmeye olan maliyeti hesaplanmıştır. Bu analiz amacına ulaşmış ve yüklenemeyen her gömlek için oluşan maliyet, yönetimin konuyu dikkate almasını sağlamıştır.

Makine arızalarının önlenmesi amacıyla arızalanma gün süreleri MiniTab uygulaması ile dağılım testine tabi tutulmuştur. Makinenin kaç gün sonra arızalanacağını olasılığı hesaplanmıştır. Arızaların azaltılması sonucu bu sebeple oluşabilecek sökük hatalarının önüne geçilmiştir.

SONUÇ

Globalleşen dünyada meydana gelen piyasa rekabet şartları, firmaları standart yönetimlerden vazgeçirmeye mecbur bırakmaktadır. Tüketicinin isteklerini yerine getirme odaklı çalışan firmalar sürekli olarak kendini yenileme, hizmet kalitesini arama yolunda ilerlemektedir. Bu amaçla çalışan işletmeler için istatistiksel yöntemler de kalite kontrolü adına büyük önem taşımaktadır. Fakat işletmelerin kalite kontrolü için istatistiksel yöntemleri kullanmaları için toplam kalite yöntemini de uyguluyor olmaları gerekmektedir. Bu açıdan toplam kalite yönetimi için istatistiksel yöntemlerin oldukça önemli olduğu görülmektedir.

Ürün kalitesinin iyileştirilmesi için istatistiksel kalite kontrol tekniklerinin kullanıldığı kalite yapısı bulunması işletmeler için önem taşımaktadır. Kalite yapısı ile girdi kontrolleri ile üründe kullanılacak malzeme kalitesi ve çıktı kontrolleri ile de ürün kalitesi denetlenmektedir. Bu sayede sistemli bir şekilde kalitesiz ürün oluşturma önüne geçilmektedir. Bundan dolayı da tüketicilerin kullandığı üründen memnuniyeti artmakta ve tüketicinin güveni kazanılmaktadır. Ayrıca maliyet açısından da firmaya önemli kar avantajları sağlayacağı görülmektedir.

İstatistiksel kalite kontrol teknikleri; sürecin takibini, sürecin kontrol dışına çıkmasını sağlayan faktörlerin tespitinde ve bunların yok edilmesinde önemli bir faktördür. Kontrol dışına çıkan her süreçte değişkenliğin etkisi söz konusudur. Günümüzde işletmeler üretim sürecinde her ne kadar gelişmiş yazılımlar ya da teknolojiler kullansalar da süreçlerde değişkenlik hala söz konusudur. Süreçlerde meydana gelen değişkenliklerin nedenleri özel ve genel olarak iki grupta toplanabilir. Özel nedenler, üretim için alınan malzemenin homojen olmaması, üretimde kullanılan ekipmanın bozulması, işçilerin dikkatsizliği ya da ürünün birden fazla ekipmandan geçmesinden ötürü ekipmanın birinde arızanın oluşmasıdır. Genel sebepler, imalat parametrelerinin birinde tesadüfen meydana gelen bir başlarına çok büyük problemler ortaya çıkarmayan nedenlerdir. Titreşim, sıcaklık, nem vb. örnek olarak gösterilebilir. Eğer bir süreç genel sebeplerin tesiri altındaysa o proses istatistiksel anlamda kontrol altında bulunmaktadır.

İstatistiksel kontrol yöntemlerin karmaşıklık seviyesi temel, orta ve ileri olmak üzere 3 grupta incelenmektedir. Temel seviyedeki istatistiksel yöntemler; frekans dağılımı, histogram, pareto analizi, balık kılçığı diyagramı, gruplandırma, serpilme diyagramı ve kontrol grafikleri olarak sıralanmaktadır. Orta seviyedeki istatistiksel yöntemler; örneklem araştırması, örneklem kontrolü, istatistiksel tahmin ve deney planlanması olarak sıralanmaktadır. İleri seviyedeki istatistiksel teknikler; çok değişkenli çözümleme, yöneylem araştırması, ileri seviye deney planlaması, beyin fırtınası ve 5N1K olarak sıralanmaktadır. Yapılan bu çalışmada da ifade edilen bu istatistiksel kontrol yöntemleri detaylı olarak anlatılmıştır.



KAYNAKÇA

- Abasov, Vasıf. «Mamul ve Mamul Üretim Sisteminin Geliştirilmesinde Kalite Fonksiyon Göçeriminin Rolü ve Bir Uygulama.» Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2002.
- Aft, Lawrence. «Quality Improvement Using Statistical Process Control.» Harcourt Brace Jovanovich Publishers, 1988.
- Akal, Zühal. «İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi.» MPM Yayınları, No: 473, Ankara, 2000.
- Akgül A. ve Çevik O. «İstatistiksel Analiz Teknikleri.» Emek Ofset, Ankara, 2003.
- Akın, B. «ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol Teknikleri.» İstanbul, s. 150, 1996.
- Albayrak A. S. «Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri.» Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 2006.
- Alpar, Reha. «Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik.» T.C. Başbakanlık Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü, Yayın No: 151, Ankara, 2000.
- Andaç Bek, Güncel «Bir Konfeksiyon işletmesinde Proses ve Kalite Kontrol.» Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana, 2008
- Aslan, Demir. «Kalite Kontrol (Proses Kontrol ve Toplam Kalite).» DEÜ Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:284, İzmir, 2001.
- Arıkan, M. « Araştırma Teknikleri ve Rapor Hazırlama. Ankara: Asil Yayın, 2004.
- Arlı, M. ve Nazik, H. «Bilimsel Araştırmaya Giriş.» Ankara, Gazi Kitabevi, 2001.
- Aslan, Emre. «Şeker Üretiminde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) Uygulaması.» Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives, 3(2): 12–22, 2015.

- Aydın, Berna. «Faktör Analizi Yardımıyla Performans Ölçütlerinin Boyutlarının Ortaya Konulması.» 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi, Malatya, 2007
- Balcı, A. «Sosyal Bilimlerde Araştırma.» Ankara, Pegem Yayıncılık, 2005.
- Banks, Jerry. «Principles of Quality Control.» John Wiley & Sons, New York, 1989.
- Barnes, Wesley. «Statistical Analysis for Engineers and Scientists.» McGraw-Hill Inc., New York, 1994.
- Barutçugil, İsmet. «Üretim Sistemi ve Yönetim Teknikleri.» Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa, s. 275, 1988.
- Başar, Alaaddin ve Oktay, Erkan. «Uygulamalı İstatistik (7. baskı).» Şafak Yayın Evi, Erzurum, s. 227, 1997.
- Baykul, Y. «İstatistik Metodlar ve Uygulamalar.» Ankara, Anı Yayıncılık, 1999.
- Besterfield, Dale, Besterfield Michna, Carol, Besterfield Glen H. & Besterfield Sacre, Mary. «Total Quality Management.» Prentice Hall International Editions, New Jersey, 1985.
- Besterfield, Dale. «Quality Control.» (Seventh Edition) Pearson, Prentice Hall, New Jersey, 2004.
- Bozkurt, Rıdvan ve Odaman, Aynur. «ISO 9000 Kalite Güvence Sistemleri.» MPM Yayınları No: 549, Ankara, 1987.
- Cinemre, N. «Yöneylem Araştırması (2. Basım).» Evrim Yayınevi, İstanbul, s. 726, 2011.
- Çelik, Melis. «İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi» Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootehni Anabilim Dalı, Adana, 2015.
- Çetin, Canan. «Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi.» Beta Yayınları, 2. Baskı, İstanbul, 2001.

- Çömlekçi, N. «Bilimsel Araştırma Yöntemi ve İstatistiksel Anlamlılık Sınamaları.» Ankara, Bilim Teknik Yayınevi, 2000.
- Demir, Hulusi ve Gümüšoğlu, Şevkinaz. «Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi) 5. Baskı.» Beta Basım, İstanbul, 1998.
- Devor, Richard, Chang, Tsong-how and Sutherland John. «Statistical Quality Design and Control.» McMillan, USA. s. 813, 1992.
- Doğan, Üzeyme. «Kalite Yönetimi ve Kontrolü.» İstiklal Matbaası, İzmir, 1991.
- Doğan, Özlem İ. ve Tütüncü Özkan. «Hizmet İşletmelerinde Toplam Kalite Yönetimi Kapsamında ISO 9001:2000 ve Bilgisayar Destekli Bir Uygulama.» DEÜ Rektörlük Matbaası, İzmir, 2003.
- Efil, İsmail. «Toplam Kalite Yönetimi (8. baskı).» Dora Yayınları, Bursa, s. 7-8, 2016.
- Engelhardt, Andreas. «The Fiber Year 2004 (A World Survey on Textile and Nonwovens Industry).» Saurer, Issue 5, Switzerland, 2005.
- Ertuğrul, İrfan ve Karakaşoğlu, Nilsen. «Kalite Kontrolde Örneklem Büyüklüğünün Değişken Olması Durumunda P Kontrol Şemalarının Oluşturulması.» İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10(2): 65-80, 2006.
- Esin, A. ve Şahin, S. T. «Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri.» Gazi Kitabevi, Ankara, 5. Basım, s. 467, 2012.
- Feigenbaum, Armand Vallin. «Total Quality Control.» (Third Edition). McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.
- Gamgam, Hamza. «Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler.» Gazi Üniversitesi Yayın No: 140, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayın No: 21, Ankara, 1998.
- Gökçe, B. «Toplumsal Bilimlerde Araştırma.» Ankara, Savaş Yayınları, 1988.
- Gözübatık, Kamuran. «İstatistiksel Kalite Kontrol ve Süreç Kontrolündeki Gelişmeler.» Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana, s. 205, 1997.

- Grant Eugene L. and Leavenworth Richard. «Statistical Quality Control (7th Edition).» McGraw-Hill, New York, 1999.
- Gümüőğlu, Şevkinaz. «İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları.» Beta Basım, İstanbul. (2000).
- Hamurkaroğlu, Canan ve Özmen, İlknur. «İstatistiksel Kalite Kontrolünde Çok Boyutlu Ölçekleme Analizinin Kullanımı ve Uygulaması.» Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(2): 235-240, 2002.
- Hillier, F.S. and Lieberman, G. J. «Introduction to Operations Research.» New York: McGrawHill, Inc, s. 1214, 2010.
- Ishikowa, Kaouro. «Toplam Kalite Kontrol.» Kal Der Yayınları No:7, İstanbul, 1995.
- Işığışok, Erkan. «Toplam Kalite Yönetimi Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol (2. baskı).» Ezgi Kitabevi, Bursa, s. 91-244, 2012.
- İslamoğlu, H. «Bilimsel Araştırma Yöntemleri.» İstanbul: Beta Basım, 2003.
- Juran, Joseph. «Juran on Leadership for Quality: An Executive Handbook.» The Free Press, New York, 1989.
- Kalaycı, Şeref. «SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri.» Asil Yayın Dağıtım, İstanbul, 2005.
- Kaptan, Saim. «Bilimsel Araştırma Teknikleri ve İstatistik Yöntemleri.» Ankara, Bilim Yayınevi, 1983.
- Karaca, Ebru. «Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) Uygulamaları ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme.» Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Uluslararası Kalite Yönetimi Bilim Dalı, İstanbul, 2010.
- Karasar, D. «Bilimsel Araştırma Yöntemi.» Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2005.
- Kartal, Mahmut. «İstatistiksel Kalite Kontrol.» Şafak Yayınları, Sivas, 1999.

- Kayaalp, İnci. «Konfeksiyon İşletmelerinde Kalitenin İyileştirilmesi Amacıyla İPK Yöntemlerinin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma.» Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2007.
- Kayadelen, Lütfullah. «İstatistiksel Kalite Kontrol Tekniklerinin Uygulanması ile Fire Azaltılması: Çuval Fabrikasında Örnek Bir Çalışma.» Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziantep, 2006.
- Kılıç, Musa. «İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Tekstil İşletmelerinde Uygulanması.» İzmir, 2006.
- Kısaoglu, Özlem. «Orta Büyüklükte Bir Dokuma İşletmesinde İstatistiksel Kalite Kontrol Sisteminin Kurulması.» Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2002.
- Kobu, Bülent. «Endüstriyel Kalite Kontrolü.» İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 3425, İstanbul, 1987.
- Levin and Rubin. «Statistic For Management.» The Universty of North Carolania, Edition 4th, Pretice-Hall, Inc., A Division of Simon and Schuster, 1987.
- Mizuno, Shigeru. «Management For Quality Improvement – The 7 New QC Tools.» Productivity Press, Cambridge, 1988.
- Montgomery, Douglas. «Introduction to Statistical Quality Control (Fourth Edition).» John Wiley & Sons Inc., New York, 2001.
- Oakland, John. «Statistical Process Control.» Butterworth-Heinemann. Oxford, England, 2003.
- Oktay, Erkan. «Kalite Kontrol Grafikleri.» Şafak Yayınevi. Yayın No:86, Erzurum, 1998.
- Okursoy, Algin. «İstatistiksel Kalite Kontrol ve Uygulamaları» Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2003.

- Özcan, Selami. «İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayiinden Bir Uygulama.» Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2(2): 153- 157, 1996.
- Özdamar Kazım. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-I, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, No:1001, 1997.
- Özdamar, Kazım. «Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri. » Eskişehir: Kaan Kitabevi, 2003.
- Özen, Alp Giray. «İstatistiksel Kalite Kontrolünde Dayanıklı Ölçek Kestiricileri: Dayanıklı Kontrol Grafikleri.» Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, İzmir, 2012.
- Özer, Serper. «Kalite Kontrolün Gelişimi ve İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri.» Kalite, Sayı:7, Türkiye Şişe Cam Fabrikaları A.Ş., İstanbul, 1990.
- Özkale, Revan. «İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemleri ve Uygulamalar.» Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, s.195, 2004.
- Öztürk, A. «Yöneylem Araştırması.» Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa, 15. Basım, s. 820, 2014.
- Patır, Sait. «İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri ve Kontrol Grafiklerinin Malatya'daki Bir Tekstil (İplik Dokuma) İşletmesinde Bobin Sarım Kontrolüne Uygulanması.» Sakarya Üniversitesi İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi. 18: 231-249, 2009.
- Pekmezci, Aytaç. «İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemleri ve Uygulaması.» Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Muğla, 2005.
- Prokopenko, J., (2005), “Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı”, Milli Produktivite
- Merkezi Yayınları No: 476, 6. Basım, Ankara.
- Ryan, Thomas. «Statistical Methods for Quality Improvement.» John Wiley & Sons, New York, 1989.

- Sağır, M., Atlas, M., Aras, N. ve Kamışlı Öztürk, Z. «Yöneylem araştırması-I.» (Editör Prof. Dr. B. Fethi Şeniş), Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2528, Eskişehir, s. 209, 2012.
- Salmona, Mahmure Övül Arıoğlu. «Çok Değişkenli İstatistiksel Kalite Kontrolü: Endüstriyel Bir Uygulama.» Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, İstanbul, 2004.
- Sencer, M. «Toplum Bilimlerinde Yöntem.» İstanbul, Beta Basım, 1989.
- Smith, Gerald. «Statistical Process Control and Quality Improvement (Third Edition).» Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- Şen, Ali. «Toplam Kalite Kontrolü.» TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 1991.
- Taha, Hamdy A. «Yöneylem Araştırması.» (Çeviri: Alp Baray, Şakir Esnaf), Literatür Yayıncılık, İstanbul, 3. Basım, s. 910, 2006.
- Tatlıdil, Hüseyin. «Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz.» Cem Ofset, Ankara, 1990.
- Tetsuichi, Asaka and Kazuo, Ozeki. «Handbook of Quality Tools.» The Japanese Approach. Productivity Press, Cambridge, 1990.
- Ülen, Mesut. «Çok Değişkenli İstatistiksel Kalite Kontrolünün İlaç Endüstrisinde Uygulaması.» Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 17-20, 2010.
- Ünver, Özkan. «İstatistiksel Kalite Kontrolüne Giriş.» Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, No. 98, Kalite Matbaası, Ankara, 1977.
- Wen-Lu, Chao and Reynolds, Marion JR. «The Application of Statistical Process Control Charts to The Detection and Monitoring of Hospital-Acquired Infections.» Journal of Quality Technology, 31(2): 112-117, 1999.
- Wheeler, Donald J. «Understanding Statistical Process Control.» 2nd Edition, SPC Press Inc. Knoxville, 1992.

- Woodall, William. «Control Charting Based on Attribute Data: Bibliography and Review.» Journal of Quality Technology, 29: 172-183, 1997.
- Yazıcıoğlu, Y. ve Erdoğan S. «SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri.» Ankara, Detay Yayıncılık, 2004.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. «Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri.» Ankara, Seçkin Yayıncılık, 2005.
- Yıldırım, Hakan ve Karaca, Ebru. «Üretim Sürecinde İstatistiksel Proses Kontrol Uygulamaları ve Elektronik Sektöründe Bir İnceleme.» Öneri Dergisi, 10 (39): 77-87, 2013.
- Yılmaz, Hafize. «Çok Değişkenli İstatistiksel Süreç Kontrolü: Bir Hastane Uygulaması.» İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (2012).
- Young, P. V. «Bilimsel Sosyal İncelemeler ve Araştırma.» (Çev. G. Bingöl ve N. İşçil). Ankara, Ege Matbaası, 1968.
- Yüksel, Hilmi. «Toplam Kalite Yönetiminde İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Bir İşletmede Uygulanması.» Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 1998.
- Yüksel, Kıvanç. «İstatistiksel Kalite Kontrol Yöntemlerinin Üretim Süreçlerinde Uygulanması», Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, (2003).
- Zeyveli, Metin ve Selalmaz Ersin. «İstatistiksel Kalite Kontrol Tekniklerinin Zincir İmalatı Yapılan Bir İşletmede Uygulanması.» Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları. 6(3): 36-45, 2008.

ÖZGEÇMİŞ

22 Temmuz 1992 tarihinde İstanbul Fatih ilçesi doğumluyum. İlköğrenimimi İstanbul Bahçelievler ilçesinde tamamladım. Orta öğrenimimi Bahçelievler Erkan Avcı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde. Lisans eğitimimi Beykent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünde tamamladım. 2017 yılında Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliğine başladım. Yabancı dilim İngilizcedir.

Göker ÇETİN

