

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
İŞLETME ENSTİTÜSÜ**

**İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROLÜ: BİR ÇAĞRI  
MERKEZİNDE UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Marius Gautier NDONG OVONO EKOUMA**

**Enstitü Anabilim Dalı : İşletme**

**Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi ve Pazarlama**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mustafa Cahit UNGAN**

**MAYIS- 2019**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
İŞLETME ENSTİTÜSÜ

**İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROLÜ: BİR ÇAĞRI  
MERKEZİNDE UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Marius Gautier NDONG OVONO EKOUMA**

**Enstitüsü Anabilim Dalı : İşletme**

**Enstitü Bilim Dalı : Üretim Yönetimi Ve Pazarlama**

**“Bu tez 24/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.”**

| JÜRİ ÜYESİ                   | KANATI   | İMZA |
|------------------------------|----------|------|
| Doç. Dr. Mustafa Cahit UNGAN | Basarılı |      |
| Dr. Öğr. Üyesi. Metin BAYRAM | Basarılı |      |
| Dr. Öğr. Üyesi. Kamil TAŞKIN | Basarılı |      |

|                                                                                                              |                                                                                                                                 |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <br>SAKARYA<br>ÜNİVERSİTESİ | <b>T.C.</b><br><b>SAKARYA ÜNİVERSİTESİ</b><br><b>İŞLETME ENSTİTÜSÜ</b><br><b>TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU</b> | Sayfa : 1/1 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|

**Öğrencinin**

|                       |   |                                                                                    |
|-----------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------|
| Adı Soyadı            | : | Marius Gautier NDONG OVONO EKOUMA                                                  |
| Öğrenci Numarası      | : | 1560Y04057                                                                         |
| Enstitü Anabilim Dalı | : | İşletme                                                                            |
| Enstitü Bilim Dalı    | : | Üretim Yönetimi ve Pazarlama                                                       |
| Programı              | : | <input checked="" type="checkbox"/> YÜKSEK LİSANS <input type="checkbox"/> DOKTORA |
| Tezin Başlığı         | : | İstatistiksel Süreç Kontrolü: bir Çağrı Merkezinde Uygulama                        |
| Benzerlik Oranı       | : | % 2                                                                                |

**ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

☐ Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

 27.6.2019  
İmza

☐ Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere gsb@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

...../...../20.....  
İmza

**Uygundur**

**Danışman**  
**Unvanı / Adı-Soyadı: Doç. Dr. Mustafa Cahit UNGAN**

Tarih:

İmza:

27.06.2019

☒ KABUL EDİLMİŞTİR

☐ REDDEDİLMİŞTİR

EYK Tarih ve No:

Enstitü Birim Sorumlusu Onayı

## ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezinin tamamlanması herkesin katkısı olmadan mümkün olmayacaktı. Öncelikle, bu süreçte temel taşım olduğu için Tanrı'ya şükranlarımı iletmek isterim. Tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa Cahit Ungan'a tez hazırlığı boyunca verdiği destek ve rehberlik için içten teşekkür ederim. Bu çalışmada katkısı olan üretim yönetimi ve pazarlama bölümdeki tüm hocalarıma da teşekkür ederim.

Bana engelleri aşarak ilerlemek için güç ve cesaret veren oğluma teşekkür ederim. Anneme, aileme ve bu süreçte olumlu katkı sağlayan herkese içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu başarı, Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti'nin desteği olmadan mümkün olmazdı. Bu nedenle Türkiye Bursları Programı'na (YTB) ve Sakarya Üniversitesi'ne teşekkür ediyorum.

Marius Gautier NDONG OVONO EKOUMA

24/05/2019

## İÇİNDEKİLER

|                                                                  |               |
|------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>KISALTMALAR .....</b>                                         | <b>iii</b>    |
| <b>TABLolar LİSTESİ.....</b>                                     | <b>iv</b>     |
| <b>ŞEKİLLER LİSTESİ.....</b>                                     | <b>v</b>      |
| <b>ÖZET.....</b>                                                 | <b>vi</b>     |
| <b>SUMMARY.....</b>                                              | <b>vii</b>    |
| <br><b>GİRİŞ .....</b>                                           | <br><b>1</b>  |
| <b>BÖLÜM 1: KALİTE VE KALİTE KONTROL .....</b>                   | <b>4</b>      |
| 1.1    Kalite Tanımı .....                                       | 4             |
| 1.1.1    Tasarım Kalitesi .....                                  | 7             |
| 1.1.2    Uygunluk Kalitesi .....                                 | 7             |
| 1.2    Kalitenin Faydaları.....                                  | 8             |
| 1.3    Kalite Anlayışının Geliştirilmesi .....                   | 10            |
| 1.3.1    Muayene.....                                            | 10            |
| 1.3.2    Kalite Kontrol.....                                     | 11            |
| 1.3.3    İstatistiksel Proses Kontrolü.....                      | 11            |
| 1.3.4    Kalite Güvencesi .....                                  | 11            |
| 1.3.5    Toplam Kalite.....                                      | 12            |
| <br><b>BÖLÜM 2: İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL.....</b>            | <br><b>13</b> |
| 2.1    İstatistiksel Kalite Kontrolünün Tanımı.....              | 13            |
| 2.2    İstatistiksel Kalite Kontrolü İle İlişkili Kavramlar..... | 14            |
| 2.2.1    Tanımlayıcı İstatistikler .....                         | 14            |
| 2.2.2    Kabul Örnekleme.....                                    | 18            |
| 2.3    Kalite Araçları.....                                      | 24            |
| 2.3.1    Pareto Diyagramı .....                                  | 24            |
| 2.3.2    Çetele Diyagramı .....                                  | 26            |
| 2.3.3    Sebeup ve Sonuç Diyagramı .....                         | 27            |
| 2.3.4    Histogram.....                                          | 28            |
| 2.3.5    Dağılım Diyagramı.....                                  | 30            |
| 2.3.6    Hata Yoğunluk Diyagramı (Gruplandırma).....             | 33            |
| 2.4    İstatistiksel Proses Kontrol Grafikleri .....             | 34            |

|                                                                                        |                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.4.1                                                                                  | Kontrol Grafiklerinin Faydaları .....                                                | 37        |
| 2.4.2                                                                                  | Kontrol Grafiklerinin Sınıflandırılması .....                                        | 38        |
| 2.4.2.1                                                                                | Nicel Değişkenler için Kontrol Grafikleri .....                                      | 39        |
| 2.4.2.1.1                                                                              | Ortanca ve Değişim Aralığı Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}$ & $R$ ).....               | 39        |
| 2.4.2.1.2                                                                              | Ortalama ve Standart Sapma Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}$ - $s$ ) .....              | 39        |
| 2.4.2.1.3                                                                              | Bireysel Gözlem Değerleri ve Hareketli Aralık Kontrol Grafikleri ( $I$ - $MR$ )..... | 40        |
| 2.4.2.1.4                                                                              | Ortalama ve Değişim Aralığı Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}$ & $R$ ) .....             | 41        |
| 2.4.2.2                                                                                | Nitel Değişkenler için Kontrol Grafikleri .....                                      | 43        |
| 2.4.2.2.1                                                                              | ( $p$ ) Hatalı Oranı Kontrol Grafikleri .....                                        | 44        |
| 2.4.2.2.2                                                                              | ( $np$ ) Hatalı Sayısı Kontrol Grafiği.....                                          | 45        |
| 2.4.2.2.3                                                                              | ( $c$ ) Hata Sayısı Kontrol Grafiği .....                                            | 46        |
| 2.4.2.2.4                                                                              | ( $u$ ) Birim Başına Hata Sayısı Kontrol Grafiği. ....                               | 47        |
| 2.4.3                                                                                  | Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması.....                                              | 48        |
| <b>BÖLÜM 3: İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROLÜNÜN BİR ÇAĞRI MERKEZİNDE UYGULANMASI .....</b> |                                                                                      | <b>51</b> |
| 3.1                                                                                    | Çağrı Merkezi.....                                                                   | 51        |
| 3.2                                                                                    | Örnek Olay .....                                                                     | 51        |
| 3.3                                                                                    | İstatistiksel Araçları Kullanarak Kalite İyileştirme.....                            | 53        |
| 3.3.1                                                                                  | Histogram.....                                                                       | 53        |
| 3.3.2                                                                                  | Kontrol Grafikleri.....                                                              | 56        |
| 3.3.2.1                                                                                | ( $\bar{X}$ - $R$ ) Kontrol Grafikleri.....                                          | 57        |
| 3.3.2.2                                                                                | $\bar{X}$ - $s$ Kontrol Grafikleri .....                                             | 60        |
| 3.3.2.3                                                                                | Bireysel Gözlem Değerleri ( $I$ ) ve Hareketli Aralık ( $MR$ ) Kontrol Grafiği.....  | 64        |
| 3.3.3                                                                                  | Sebepler Sonuç Diyagramı.....                                                        | 67        |
| <b>SONUÇ.....</b>                                                                      |                                                                                      | <b>70</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                                                                  |                                                                                      | <b>74</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                                                      |                                                                                      | <b>79</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                                   |                                                                                      | <b>83</b> |

## KISALTMALAR

**AKL** : Alt Kontrol Limiti

**AQL** : Kabul Edilen Kalite Düzeyi

**İKK** : İstatistiksel Kalite Kontrol

**İPK** : İstatistiksel Proses Kontrol

**KK** : Kalite Kontrol

**MS** : Merkez Sınır

**RQL** : Reddedilen Kalite Düzeyi

**ÜKL** : Üst Kontrol Limiti



## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1:</b> Kusurların Kayıtları .....                                          | 25 |
| <b>Tablo 2:</b> Hatalı ürünlere ilişkin çeteleme diyagramı .....                    | 26 |
| <b>Tablo 3:</b> Ortanca ve Değişim Aralığı Kontrol Limitlerinin Hesaplanması .....  | 39 |
| <b>Tablo 4:</b> Ortalama ve Standart Sapma Kontrol Limitlerinin Hesaplanması .....  | 40 |
| <b>Tablo 5:</b> (I-MR) Kontrol Limitlerinin Hesaplanması.....                       | 41 |
| <b>Tablo 6:</b> Ortalama ve Değişim Aralığı Kontrol Limitlerinin Hesaplanması.....  | 42 |
| <b>Tablo 7:</b> Hatalı Oranı Kontrol Limitlerinin Hesaplanması .....                | 45 |
| <b>Tablo 8:</b> Hatalı Sayısı kontrol limitlerinin hesaplanması.....                | 46 |
| <b>Tablo 9:</b> Hatalı Sayısı kontrol limitlerinin hesaplanması.....                | 47 |
| <b>Tablo 10:</b> Birim Başına Hata Sayısı Kontrol Limitlerinin Hesaplanması.....    | 47 |
| <b>Tablo 11:</b> Günlük Ortalama Arama Süresi.....                                  | 53 |
| <b>Tablo 12:</b> Aşırı Değerler Testi .....                                         | 54 |
| <b>Tablo 13:</b> Histogram tablosu (Recode Özeti).....                              | 55 |
| <b>Tablo 14:</b> Ortalama ve Değişim Aralığı Kontrol Çizelgeleri İçin Veriler ..... | 58 |
| <b>Tablo 15:</b> Ortalama ve Standart Sapma Kontrol Grafiği için Veriler .....      | 62 |
| <b>Tablo 16:</b> Bireysel Gözlem Değerleri ve Hareketli Genişlik Verileri.....      | 65 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1: Pareto Grafiği .....                                                      | 25 |
| Şekil 2: Ishikawa Diyagramı .....                                                  | 28 |
| Şekil 3: Histogram Çeşitleri.....                                                  | 29 |
| Şekil 4: Çeşitleri Serpilme Diyagramı .....                                        | 32 |
| Şekil 5: Kontrol Diyagramı .....                                                   | 36 |
| Şekil 6: Bölge Kuralı .....                                                        | 49 |
| Şekil 7: Histogram .....                                                           | 55 |
| Şekil 8: Anderson Darling Testi .....                                              | 56 |
| Şekil 9: Anderson Darling Testi .....                                              | 59 |
| Şekil 10: Ortalama ve Standard Sapma Kontrol Grafikleri .....                      | 63 |
| Şekil 11: Bireysel Gözlem Değerleri (I) ve Hareketli Kontrol (MR) Grafikleri ..... | 66 |
| Şekil 12: Sebep Sonuç Diyagramı .....                                              | 68 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Tezin Başlığı:</b> İstatistiksel Süreç Kontrolü: Bir Çağrı Merkezinde Uygulama                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |
| <b>Tezin Yazarı:</b> Marius Gautier<br>NDONG OVONO EKOUMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Danışman:</b> Doç. Dr. Mustafa Cahit Ungan        |
| <b>Kabul Tarihi:</b> 24. 05. 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Sayfa Sayısı:</b> vii (ön kısım) + 78 (tez)+4(ek) |
| <b>Anabilim dalı:</b> İşletme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Bilim dalı:</b> Üretim Yönetimi ve Pazarlama      |
| <p>Kalite, farklı yazarlar tarafından üretim ve hizmet sektörlerindeki önemini göstermek üzere farklı şekillerde tanımlanan karmaşık bir terimdir. Kalite kavramı pek çok yazarın ilgisini çektiği için bu konuda çok sayıda çalışma yapılmıştır.</p> <p>Bu çalışma, kalitenin istatistiksel yönüne dayanmaktadır. Sürekli iyileştirme arayışında istatistiksel kalite kontrol iki temel pratik yöntem kullanır. Bunlardan birisi kabul örnekleme diğeri ise İstatistiksel Proses Kontrolüdür.</p> <p>İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK), proses stabilitesini sağlamak ve değişkenliği azaltarak işleme kapasitesini artırmak için güçlü bir problem çözme araçları setidir. İPK kalite kontrol alanındaki en önemli yöntemlerden birisidir. İPK üretimde değişkenliğin azaltılması ve sürekli gelişimin sağlanması için klasik olarak bilinir ve endüstride başarılı bir şekilde kullanılmakla birlikte hizmet sektöründe de kullanılabilir.</p> <p>Bu çalışma hizmet sektöründe yapılmış ve bir çağrı merkezindeki işlem süresinin iyileştirilebilmesi amacıyla İPK'nın nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. Bu amaçla nicel bir yöntem kullanılmıştır. Arama süresine ilişkin veriler Gabon'da faaliyet gösteren bir çağrı merkezinden 25 gün boyunca günde 25 görüşme kaydedilerek elde edilmiştir. Toplanan verilerin analizi için histogram, kalite kontrol şemaları ve balık kılıcı diyagramları kullanılmıştır. Bulgular sürecin ortalamasının kontrol altında olduğunu ancak değişkenliğinin kontrol altında olmadığını göstermiştir. Bu duruma sebep olan özel nedenler arasında ise çalışanların eğitim yönünden yetersizliği, prosedürleri tam anlamıyla takip etmemeleri ve teknoloji ile ilgili eksikliklerin olduğu görülmektedir.</p> |                                                      |
| <b>Anahtar Kelimeler:</b> İstatistiksel Kalite Kontrol, İstatistiksel Süreç Kontrolü, Tanımlayıcı İstatistikler, Çağrı Merkezi Yönetimi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Title of the thesis:</b> Statistical Process Control: Application in a Call Center                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                         |
| <b>Author:</b> Marius Gautier<br>NDONG OVONO EKOUMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Supervisor:</b> Assoc. Prof. Dr Mustafa Cahit Ungan  |
| <b>Date:</b> 24. 05. 2019                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Pages:</b> vii (pretext) + 78 (main body) + 4 (App.) |
| <b>Department:</b> Business Administration                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Subfields:</b> Production Management and Marketing   |
| <p>Quality is a complex term defined by different authors in different ways to demonstrate the importance of production and service sectors. Since the concept of quality attracted the attention of a large number of authors, a large number of studies have been carried out on this subject.</p> <p>This study is based on the statistical aspect of quality. In the search for continuous improvement, statistical quality control uses two basic practical methods. One of them is acceptance sampling and the other is Statistical Process Control. Statistical Process Control (IPC) is a set of powerful problem-solving tools to ensure process stability and to increase processing capacity by reducing variability. IPC is one of the most important methods in the field of quality control. IPC is known as a classical method in production sectors to reduce variability in production and to ensure continuous development. However, it can also be used in the service sector.</p> <p>This study was also conducted in the service sector to show how the IPC could be used to improve the processing time in a call center. For this purpose, a quantitative method was used. Data on the duration of the call were collected in Gabon. Histogram, quality control schemes and fishbone diagrams were used for the analysis of the collected data. The results showed that the average of the process is under control but its variability is not under control. Among the special reasons contributing to this situation are the lack of training and invalidity, the inability to follow the procedures in full, and technological shortcomings.</p> |                                                         |
| <b>Keywords:</b> Statistical Quality Control, Statistical Process Control, Descriptive statistiques, Call Center Management.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                         |

## GİRİŞ

Çok uluslu şirketler iletişimi, insanları yakınlaştırmak ve her türlü alışverişi daha yoğun hale getirmek için en iyi araç olarak kullanmaktadır. Son yıllarda iletişim araçları oldukça gelişmiş ve sürece dâhil olan paydaşlar arasında akıcı bir iletişim kurulması kolaylaşmıştır. Bu noktada, mobil telefon sektörü sadece geliştirilen yöntemler açısından değil aynı zamanda da müşterilerine ulaşmak için devreye sokulan yapılar bakımından da önemlidir. Bu alandaki altyapı yatırımlarından birisi de çağrı merkezleridir. Birkaç yıldır, çağrı merkezleri dünya çapında hızlı bir yayılma göstermektedirler. Buna paralel olarak birkaç yıldan beri mobil telefon sektörü Afrika'da çevresini de olumlu yönde etkileyen benzeri görülmemiş bir patlama yaşamıştır. Ekonominin yeni kurallarına göre müşteri, şirketin değer zincirinin tam merkezine yerleştirilmiştir. Ulusal bilgi ve iletişim stratejilerinin de geliştirilmesiyle birlikte kişiselleştirmenin ve müşteri hizmetlerinin verimliliğinin sağlanmasında önemli araçlar haline gelmiştir.

Bununla birlikte, problem çözme amaçlarının aksine özellikle Gabon'daki çağrı merkezlerinin büyük bir kısmı teknik işlem süresi sorunları yaşamakta ve dolayısıyla da hedeflerine ulaşma konusunda problem yaşamaktadır. Bu durum etkili araçların eksikliği, nitelikli personel eksikliği ya da süreç iyileştirme için uygun araçların eksikliği gibi çeşitli sebeplerle açıklanabilir. Bu gerçek göz önüne alındığında, sürekli iyileştirme için İstatistiksel Proses Kontrol tekniğinin seçimi makul görünmektedir. Bazı Afrika ülkelerinde ve özellikle Gabon'da, istatistiksel yöntemler ile süreç iyileştirmenin çok az bilindiği göz önünde bulundurulursa bu seçimin daha da anlamlı olduğu anlaşılabilecektir.

### **Çalışmanın Konusu**

Günümüzde kaliteyi kontrol etmek ve iyileştirmek, endüstri ve iş dünyasında önemli bir strateji haline gelmektedir; öyle ki müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere müşteriler firma faaliyetlerinin merkezine yerleştirilmektedir. Kaliteyi rekabette bir avantaj olarak gören ve kalitenin bazı istatistiksel araçlarına güvenen şirketler, bunu sürekli iyileştirmeyi teşvik etmek, daha fazla müşteri çekmek ve rakiplerine üstünlük sağlamak için kullanmaktadır.

Kalite, endüstriyel işletmelerde kolay veri toplama ve ölçülebilir sonuçlar gibi faktörler göz önüne alındığında niçin kullanıldığı daha iyi anlaşılabilen klasik bir kavramdır. Veri kullanımının daha az belirgin olduğu hizmet sektöründe bu alanda yapılmış yeterli çalışma bulunmaması nedeniyle bu çalışmanın literatüre bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Mevcut çalışma teorik ve pratik kısım üzere iki ana bölüme ayrılmıştır. Teorik kısım ilk iki bölümde yer almaktadır. Burada kalite ve kalite kontrol, kalite araçları, kalitenin faydaları ve istatistiksel kalite kontrol çizelgeleri tartışılmıştır.

Pratik kısımda ise ilk önce uygulamanın yapıldığı çağrı merkezi ve araştırma yöntemi hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra çağrı merkezinden toplanan arama süresi verileri istatistiksel proses kontrol tekniklerini kullanılarak analiz edilmiştir. Son olarak da sonuçlar yorumlanmıştır.

### **Çalışmanın Önemi**

İstatistiksel Kalite Kontrolünün yararları genel olarak bilinmektedir. İstatistiksel yöntemlerin kullanılmasıyla sadece süreçlerin geliştirilmesi değil, aynı zamanda müşterilerin firmaya bağlılıklarının ve sayılarının artmasının bir göstergesi olan müşteri memnuniyetinin de artırılması sağlanmaktadır. Bu faydalar, bu çalışmanın niçin kaleme alındığını kısmen açıklamaktadır. Bu çalışmanın önemi birkaç önemli nokta ile belirtilebilir. Öncelikle literatür taraması, istatistiksel yöntemlerin ve onların işleyişinin anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Daha sonra bu yöntemleri bir çağrı merkezine uygulayarak müşterilerin sorunlarını çözme süresinin istatistiksel olarak nasıl davrandığını izlenmiş ve bundan yola çıkarak verimlilik artışı ve müşteri tatminine yol açan süreç iyileştirme girişimlerinde bu tekniklerin nasıl kullanıldığı anlatılmıştır.

### **Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmanın amaçlarını belirtmeden önce, bu çalışmanın ele alınmasının nedeninin altını çizmek önemlidir. Araştırmanın yapıldığı çağrı merkezinde bazı konuşma sürelerinin ortalamayla karşılaştırıldığında çok uzun olduğu tespitinden yola çıkarak bu çalışma yapılmıştır. Bu nedenle istatistiksel yöntemler seçilerek sürecin zaman içerisinde gösterdiği davranış incelenmekte ardından da konuşma süresinin dalgalanma göstermesinin ardındaki olası sorunlar istatistiksel kalite kontrol grafikleri ile anlaşılmaya

çalışılmaktadır. Son olarak, sadece konuşma sürelerini değil aynı zamanda şirketin genel performansını da iyileştirecek düzeltici eylemler önerilmektedir. Dolayısıyla araştırma soruları aşağıdaki gibi olacaktır:

*Çağrı merkezinde müşterilere cevap verme sürelerinde değişkenliğe neden olan potansiyel nedenler nelerdir?*

*Bu nedenler istatistiksel araçlar aracılığıyla nasıl tespit ve analiz edilebilir?*

*Süreç iyileştirme için uygun düzeltici eylemler nelerdir?*

Bu soruların cevapları bu çalışmanın amaçlarına ulaşmaya yardımcı olacaktır.

### **Çalışmanın Yöntemi**

Bu çalışma için uygun araştırma yöntemi nicel yöntemdir, çünkü analizi yapılacak veriler nicel verilerdir. Seçilen araştırma yöntemi için bir çağrı merkezinden müşterilerin sorunlarını çözme süreleri (sn.) ile ilgili veri toplanmıştır. Buna ilave olarak, çağrı merkezi yöneticileri ile sorun çözme sürelerinin uzamasının muhtemel nedenleri ile ilgili mülakatlar yapılmıştır. Günlük olarak 25 çağrı süresinin 25 gün boyunca kaydedilmesi ile örneklem oluşturulmuştur. Bu çağrıların süresine dayanarak mevcut işlemlerin kalitesi süreç iyileştirme araçları kullanılarak geliştirilmeye çalışılmıştır. Bunun için, Histogram, Ortalama ve Aralık ( $\bar{X}$ -R), Ortalama ve Standart Sapma ( $\bar{X}$ -s), Bireysel Gözlem Değerleri ve Hareketli Aralık (I-MR) Kontrol Grafikleri ile Balık Kılçığı diyagramı kullanılmıştır.

### **Çalışmanın Kapsamı ve Sınırlamaları**

Bu çalışma istatistiksel kalite kontrolünün bir çağrı merkezinde müşteri sorunlarına cevap verme sürelerinin analizi ve iyileştirilmesi amacıyla kullanılmasını kapsamaktadır. Her akademik çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da bazı kısıtlar bulunmaktadır. İlk olarak, örnekleme dikkate alacak olursak yalnızca bir (1) ay içerisinde 25 gün boyunca günde yirmi beş (25) çağrı ile sınırlandırılmıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar daha büyük bir örneğe kıyasla gerçeği daha az temsil edebilmektedir. Ek olarak, sadece bir çağrı merkezinden veri toplanması diğer bir kısıt olarak belirtilebilir. Verilerin toplandığı çağrı merkezi Gabon'da bulunmaktadır ve çevreleyen ülkelere erişim zorluğu nedeniyle sadece Gabon ile sınırlı kalmıştır. Komşu ülkelerden de veri toplanıp karşılaştırmalı çalışmalar yapılabilirdi.

## BÖLÜM 1: KALİTE VE KALİTE KONTROL

Kalite, rakip ürün ve hizmetlerin seçiminde her türlü tüketicinin (bireysel, sanayi kuruluşları, toptan veya perakende satış mağazaları, finansal gibi) en önemli karar verme faktörlerinden biri haline gelmiştir. Kalitenin anlaşılması, uygulanması ve iyileştirilmesi, genellikle işletme performansının ve rekabetçiliğin geliştirilmesini sağlayan çok önemli faktörlerdir.

Kaliteye ek olarak ve spesifikasyonlara uygun ürünler yapmak için daha önceleri kullanılan muayeneden daha önemli olan kalite kontrol üretim sürecindeki değişkenliği azaltmada önemli bir araç haline gelmiştir (Helm, 2004: 46. 2). Kalite, kalite kontrol ve muayene kavramları oldukça karmaşıktır ve uygulamaları bir firmadan diğerine farklılık gösterebilir. Dolayısıyla, bu kavramların firmalara ne kadar katkı sağladığının çok net olmadığını da bir kenara bırakarak tanımlarının bir yazardan diğerine değişebileceği bilinmelidir.

### 1.1 Kalite Tanımı

Kalite, Latince nasıl gerçekleştiği anlamına gelen "*qualis*" kelimesinden gelir. Kalite, genel olarak günlük konuşmalarda üstünlük ve iyilik anlamında kullanılır. Bununla birlikte, Şimşek'e (1998: 5) göre, öznel bir bakış açısıyla kalite kavramı ülkeden ülkeye, toplumdan topluma, yaşam standardı, geleneksel sosyal yapı, eğitim gibi birçok faktörün etkisiyle değişebilmektedir. Bu nedenle, kalite tanımının, tüketicinin, üreticinin, pazarlamacının ve iş dünyasındaki sektörlerin bakış açısıyla dikkatle ele alınması gerekir. Aşağıda bazı kalite tanımları verilmiştir.

- Kalite tedbirdir: Problemler ortaya çıkmadan önce çözümler oluşturur ve ürün ve hizmetlerin tasarımına mükemmellik katar (Efil, 1999: 5).
- Kalite 'uygunluk' olarak tanımlanmalıdır. Ürün ve hizmetler önceden belirlenmiş standartlara uygun olmalıdır. Uygunluk prosedüleri anlaşılmalı, kalite ile ilgili ölçümlerin bunlara uygunluğu sürekli denetlenir şekilde olmalıdır. Tespit edilen uygunsuzluk kalitesizlik demektir. (Dündar, 2012: 2).
- Kalite esnekliktir: Bu isteklere cevap verebilmek için değişikliği gerçekleştirmek ve buna hazır olmak anlamına gelmektedir (Efil, 1999: 5).

- Kalite, bir ürünün veya hizmetin şimdi ve gelecekte belirtilen ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerinin toplamıdır. (Ref. ANSI / ASQC A3-1987 ‘Kalite sistemleri Terminolojisi. Griffith, 2000: 1).
- “Kalite değişkenlikle ters orantılıdır”; bu tanım, ürünlerin kalitesizliğine yol açan unsur olan değişkenlik kavramını vurgulamaktadır. Bu tanıma göre, kalitenin bir ürünün herhangi bir karakteristiğindeki değişkenlik seviyesine bağlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bir ürünün değişkenlik seviyesi azaldıkça kalitesi artmaktadır. (Douglas C. Montgomery, 1996).
- ‘Kalite, belirtilen ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan ürün özelliklerinin toplamıdır’. Kalitenin rolü iki yönlüdür. Bir yandan ürünün sahip olduğu özelliklerin toplamı ile tanımlanır, diğer yandan bu özelliklerin müşterinin öngörülen beklentisini karşılayabilmesi gerekir. (TS-ISO 9005).
- “Kalite kullanım için uygunluk anlamına gelir.” Bu tanım müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için bir ürünün dayanıklılığı, güvenilirliği, performansı ve işlevselliği gibi boyutlarını ifade eder. (Joseph M. Juran, 1988).
- Kalite bir yatırımdır: Kalite için yapılan her yatırımın firmaya uzun vadede bir getirisi olacaktır. Çünkü kaliteli üretim maliyetlerde düşüş ve müşteri sayısında ise artış anlamına gelmektedir. Kaliteli üretim maliyetleri düşürür, örnek vermek gerekirse hatasız ürünler için düzeltme veya hurdaya çıkarma maliyeti olmaz (Efil, 1999:5).

Garvin (1987), bir ürünün iyi olup olmadığını anlamak için farklı şekillerde değerlendirilebileceğine inanmaktadır. Yazar kalitenin sekiz boyutu olduğunu belirterek her bir ürünün kalitesinin bu boyutların her biri ile tanımlanması gerektiğini ifade eder (Montgomery, 2009: 4-5). Bu boyutlar aşağıdaki gibidir:

- Performans: Ürünün performansı, müşteri memnuniyetini artıran belirli özelliklerden müşterinin faydalanma derecesidir. Bir yazıcıdan bir dakikada kaç sayfa çıktı alındığı performans boyutuna örnektir.
- Güvenilirlik: Ürünün işlevselliğini yerine getirme başarısıdır. İşlevsel zorluklar günlük olarak ortaya çıkarsa ürünün kalitesi sorgulanabilir. Bir arabanın kontağı çevrildiğinde çalışma ihtimali güvenilirliğe örnek olarak verilebilir.

- Dayanıklılık: Dayanıklılık, ürünün raf ömrüne odaklanmıştır. Ürünün ömrü ne kadar uzun olursa, o kadar dayanıklıdır.
- Servis Görebilirlik: Ürünün servis kolaylığı, ürünün onarımı için gereken süreyi ölçen önemli bir boyut olarak kabul edilir. Tamir süresi ne kadar uzun olursa ürünün kalite algısı o kadar düşer.
- Estetik: Estetik, ürünün cazibesidir. Genellikle stil, renk, şekil, paketlenme, alternatifler, dokunsal ve diğer duysal özellikler gibi faktörleri dikkate alır.
- Fonksiyonellik: Genel olarak müşteriler yüksek kaliteyi rekabette başarıyı sağlayan temel fonksiyonlara ilave olan fonksiyonlarla ilişkilendirirler. Çift kameraya sahip telefonlar örnek olarak verilebilir.
- Algılanan Kalite: Birçok durumda, müşteriler, ürünlerinin kalitesi için şirketin itibarına güvenirlir. Bu itibar, halk tarafından çok iyi görülebilen veya ürün geri çağırılmasını gerektiren ürün hatalarından doğrudan etkilenir. Marka ürünler buna örnek olarak verilebilir.
- Standartlara Uygunluk: Herhangi bir üretim aşamasından önce, ürünün nasıl yapılması gerektiğini gösteren bir tasarım vardır. Uygunluk standartları, ürünün tam olarak tasarımcı tarafından tasarlandığı şekilde yapılmış olup olmadığını görmeyi sağlar.

Bu tanımlardan kalitenin, yorumlanması ve kullanımı farklı olan ve tanımlı bir yazardan diğerine farklılık gösteren ama aynı zamanda da iş dünyasında giderek daha fazla bilinen bir terim olduğunu görüyoruz. Günümüzün iş dünyasında sadece tek bir kalite tanımı kabul edilemez, çünkü bu tanımlar genellikle durumlara, olaylara, ürün ve hizmetlere, süreçlere ve organizasyonlara uyarlanmaktadır. Kalite kendisi ile ilgili farklı yorum ve tanımların ötesinde, yine de herkes tarafından küresel olarak sürekli iyileştirmeyi ve rekabetçiliği teşvik eden ve şirketlere ve kuruluşlara hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olan rekabetçi bir silah olarak kabul edilmektedir (<http://www.sagepub.com>, 1 Nisan 2019).

Üretim yönetiminde veya herhangi bir iş dünyasında, ürün ve/veya hizmet üretimi iki ana aşama ile karakterize edilir. Bu aşamalar arasında, öncelikle ürün tasarımı ile sonuçlanan fikir aşaması gelir. Daha sonra, ürünün fiziksel olarak üretildiği aşamada fiziksel bir yaratım elde edilir. Buna göre, kalitede iki tamamlayıcı unsur vardır: Tasarım kalitesi ve

uygunluk kalitesi. Böylece tatmin edici bir ürün veya hizmet ancak bu iki yönün uygun şekilde kontrol edilmesi durumunda elde edilir (<http://www.openlearning.com>, 17 Ocak 2019).

### **1.1.1 Tasarım Kalitesi**

Tasarımın kalitesi, müşteri araştırmaları ve hizmet/satış ziyaretleri ile başlar ve müşteriye tatmin edecek bir ürün/hizmet kavramının belirlenmesi ile sürdürülür. Tasarım kalitesi ile müşterinin istediği özellikler ürün veya hizmete yansıtılır. Tasarım kalitesi pazar odaklı olup ürün özellikleri ile hem iç hem de dış müşterilerin beklenti ve ihtiyaçları arasında bir eşleşme olarak görülebilir. Müşterilerin beklentileri ve karşılanması gereken ihtiyaçları için gerekli tüm fiziksel yapıları ve performans özellikleri dikkate alınır (Meirovich, 2006: 17: (2), 205-219).

Böylece Widrick ve diğerlerine (2000) göre tasarım kalitesi üç önemli faktör tarafından belirlenebilir. Birincisi, “mümkün olan tüm müşteri ihtiyaçlarını derinlemesine anlama” olup sizi müşteri kimliğine ve onun ihtiyacına götürecek gerekli bilgileri elde etme anlamına gelir. İkincisi, ağırlık, boyut, hacim, dayanıklılık, koku, renk, şekil ve görünüm gibi fiziksel ve fonksiyonel özelliklerine saygı içeren "müşteri gereksinimlerini bir ürüne dönüştürme"dir. Son olarak, pazarlama, araştırma ve geliştirme arasındaki iş birliğine dayanan “tasarım sürecinin sürekli iyileştirilmesi” sayılabilir (Gavriel Meirovich, 2006: 205-219).

Kalite tasarımının tanımını etkileyen bazı faktörlerin hatırlanması gerekir. Bunlar, üretilen ürünün ham maddesi, teknolojik olanaklar, makinelerin bulunabilirliği, piyasa politikaları şeklinde sıralanabilir (<http://www.openlearning.com>, 17 Ocak 2019).

### **1.1.2 Uygunluk Kalitesi**

Uygunluk kalitesi, ürünün tasarımının gerektirdiği özelliklere uygunluğu olarak tanımlanabilir. Üretilen ürünün kalite seviyesi tasarlanırken müşteriler tarafından istenen özellikler standartlara ve kullanıma uygun olmalıdır. Uygunluk kalitesi, üretilen sürecin seçimi, iş gücünün eğitimi ve denetimi, kullanılan kontrol testi ve denetim türleri, üreticilerin takip edilme derecesi ve motivasyon gibi faktörlerden etkilenir. (<http://www.openlearning.com>, 17 Ocak 2019).

Tasarımda belirlenen spesifikasyona uygunluk, uygunluk kalitesinin başarısı için ana şart olmaya devam ettiği için Meirovich (2006) tarafından kalitenin dâhili odaklı bir yönü olarak görülmektedir. Bu nedenle müşteriye verilen dikkat azalırken, ürün spesifikasyonlarını karşılamaya daha fazla odaklanılır.

Günümüzde kalite kontrolün anlaşılmasının temel prensibi “hiçbir hatalı üretimin kabul görmemesi” ve “bir işin başlangıçta doğru yapılmasıdır”. Bu nedenle, uygunluk kalitesinin en düşük maliyetle elde edilmesi şirketler için büyük önem taşımaktadır (Şimşek, 1998: 19-23).

Juran tarafından iyi tanımlanmış kalite tanımlarından biri olan “kullanıma uygunluk ve spesifikasyona uygunluk” (Montgomery, 2009: 6), tasarım ve uygunluk kalitesi tanımlarının daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Kullanıma uygunluk (tasarım kalitesi), bizi ürünlerin çeşitli müşterilerin ihtiyacına göre yapılmasını gerektiren çeşitli kalite seviyelerine geri götürür. Spesifikasyona uygunluk ise bizi tasarımın gerektirdiği özelliklere uymaya götürür. Tasarım ve uygunluk kalitesi, kaliteli ürünlere yol açan süreci yönetmek için bir temel sağlayan iki önemli boyuttur (Gavriel Meirovich, 2006: 205-219).

## **1.2 Kalitenin Faydaları**

Kalite, genellikle iş performansını artıran bir araçtır ve sağladığı faydalar yaygın bir şekilde bilinmektedir. Öncelikle, şirket içi ve küresel gelişimi teşvik ederek firmanın pazarda daha iyi konumlanabilmesi ve müşteri gereksinimlerini karşılayan ürün ve hizmetler sunarak rekabete karşı etkin bir şekilde mücadele etmesini sağlayabilir. Müşterilerin ihtiyaçlarının anlaşılması ve gereksinimlerinin karşılanması ile fayda beklentilerin ötesine geçebilir. Kalitenin faydaları saymakla bitmez ancak Dale’e (2003) göre kalitenin bazı faydaları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

- **Maliyet düşürme:** Kalite maliyeti genellikle bir operasyonun kaç defa yürütüldüğü ile ilgilidir. Dale (2003) kalite maliyetini “bir işi tam olarak ilk kez doğru yapmamanın bedeli” olarak açıklar. Başka bir ifade ile bir işlem ne kadar çok tekrarlanırsa bu işlemin maliyeti o kadar yüksek olur. Bu nedenle, bir işin ilk seferde doğru yapılması maliyetleri düşürür ve gerçekten kârlılığını artırır.
- **Daha iyi bir pazar performansı:** Birçok şirketin ürün ve hizmet kalitesini iyileştirmeye kendini adanmasının ana nedeni müşteri memnuniyetidir. Artan

müşteri memnuniyeti, kârlılığı beraberinde getiren pazar payını artırmak için daha iyi bir performans anlamına gelir. Öte yandan, düşük ürün ve hizmet kalitesine sahip ve müşterilerin gereksinimlerine uygun üretim yapmayan şirketlerin pazar payları da düşük olur. (Buzzel ve Gale, 1987).

- Müşterilerin güveninin artması: Müşterilerin gereksinimleri daha katı hale geldiği için ürün ve hizmetlerden beklentiler çok fazla artmaktadır. Bu beklentiler, çalışan herkesi dâhil ederek şirketlerin sürekli iyileştirilmesi ihtiyacını doğurur. Müşteri memnuniyeti ve güvenin artması da bunun bir sonucudur (Barrie ve Dale, 2003: 20).
- Rekabetçiliği arttırmak: Şirketin belirli bir rekabetçi pazarda mallarını veya hizmetlerini satabilme ve sürdürülebilirliğini sağlama kabiliyeti olan rekabet gücü, kaçınılmaz olarak bu mal ve hizmetlerin kalite düzeyi ile bağlantılıdır. Mal ve hizmetlerin kalitesi ne kadar yüksek olursa, müşteri o kadar memnun kalır ve rekabete karşı mücadele yeteneği o kadar artar. Rekabetçilik sonuçta kaliteli ürün ve hizmet sunumunun doğal bir sonucudur. (<http://www.sagepub.com>, 1 Nisan 2019).
- Daha az iş: Kalite, hatalı bir durumda derhal düzeltici eylemleri garanti eden uygun prosedürlerle sürekli olarak ölçülmektedir. Çabalar kaliteli ürünlere yönelik olduğu için garanti talepleri için yapılan istekler en aza indirgenmiştir. Bu azalma müşteri güveninde ve iş hacminde artışa yol açmaktadır.
- Projenin kapsamını başarmak: Bu sistem, bir şirketin kuruluşun stratejisinde tanımlanmış hedeflere ulaşmasını kolaylaştırır. Projede kullanılan tekniklerin, ekipmanların ve kaynakların kararlılığını ve güvenilirliğini sağlar. Tüm proje faaliyetleri entegre ve kaliteli ürünler elde etmekle uyumludur. Bu çabalar müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini tespit ederek başlar ve memnuniyetlerini sağlar.

Kalite, yukarıdaki sayılan faydalardan çok daha fazlasını içeren zengin bir kavramdır. Yukarıda belirtilen avantajların ötesinde kalite, genel olarak mevcut tüm kaynakların kullanılarak örgütü iyileştirmek suretiyle şirketin iç ortamını etkiler. Dış çevre söz konusu olduğunda ise kalitenin doğrudan müşteri memnuniyetini artırmak yoluyla pazar paylarının artırılması ve bunun da şirketin rekabet gücünü artırmak gibi bir etkisi vardır.

Bir güven ruhu yaratarak şirketler ile ortaklar arasındaki ilişkileri güçlendirir ve böylece gerçek bir marka imaj geliştirmeye yardımcı olur.

### 1.3 Kalite Anlayışının Geliştirilmesi

İkinci dünya savaşının sonunda bir bütün olarak kalite sistemi benzeri görülmemiş bir evrim geçirmiştir. Ardından bu evrim gereksinimleri ve teknolojiadaki gelişimleri de dikkate alan bir dizi gelişmeler geçirmiştir. Bu evrim sırasında muayene de dâhil olmak üzere beş temel kalite kavramı ortaya çıkmıştır. Bunlar muayene, kalite kontrol, kalite güvencesi, istatistiksel proses kontrolü ve toplam kalitedir (Helm, 2004: 46.2).

#### 1.3.1 Muayene

Muayene, kalitenin ayrılmaz ve vazgeçilmez bir parçasıdır. Griffith'e (2000: 11) göre muayene, malzemelerin veya maddelerin incelenmesi, ölçülmesi, denenmesi ve karşılaştırılması da dâhil olmak üzere ürünleri belirli standartlarla karşılaştıran bir değerlendirme etkinliği olarak görülebilir. Muayene, üretilen ürünlerin doğruluğunu, miktarını, durumunu kontrol etmek ve ürünün önceden tanımlanmış özelliklere uyup uymadığını belirleme çabasıdır. Muayene genellikle üç geniş kategoriye ayrılır: gelen malların muayenesi, süreç içi muayene ve nihai ürünlerin son muayenesi (<http://www.qualityinspection.org/qc-inspection-china/>, 7 Temmuz 2018).

**Gelen malların muayenesi:** Girişteki muayene, varış noktasına gelen mallar üzerinde yapılır. Bu muayene gelen ürünlerin dikkatlice incelenmesini ve işlevsellik testini içermektedir. Ayrıca nakliye sırasında hasar görüp görmediğini değerlendirmek için nakliye konteynırlarının yüzeysel incelemesi de bu aşamada gerçekleştirilir.

**Süreç içi muayene:** Üretim sürecinin her aşamasında işçilerin kendileri tarafından yapılan denetimdir.

**Son muayene:** Son denetim, üretim işleminin son aşamasında yapılan denetime karşılık gelir. Müşteri güven kaybından, çeşitli sorunlardan ve gelecekteki olası hasarlardan kaçınmak için bir bütün olarak malların bir ürün olarak gereksinimleri karşılayıp karşılamadığı belirlenir.

### 1.3.2 Kalite Kontrol

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra hatasız ürünlere duyulan ihtiyaç hem üreticiler hem de tüketiciler için daha önemli hale gelmiştir. Sonuç olarak, muayene işlemleri artık sadece ürünleri ve hizmetlerini kapsamakla kalmayıp aynı zamanda üretim sürecini ve ürünlerin önceden tanımlanmış spesifikasyonlara uygunluğunu izlemekle birlikte daha da ileri gitmiştir (Bale, 2003: 22-24). Buradan kalite kontrol doğmuştur. Kalite kontrol, kalite yönetiminin önemli bir parçasıdır. Griffith'e (2000: 11) göre, kalite kontrol gerçek kalite performansını ölçtüğümüz, standartla karşılaştırdığımız ve varsa aradaki farka göre hareket ettiğimiz bir düzenleme süreci olarak tanımlanabilir. Bunun arkasındaki fikir kalite kontrolünün ürünü kabul etmek, etmemek, reddetmek veya değiştirmek konusunda karar vermek için şartnamelere uygun olup olmadığının belirlemesidir.

### 1.3.3 İstatistiksel Proses Kontrolü

Tüm üretim süreçlerinde değişkenlik vardır. Herhangi bir üretim sürecindeki değişkenlik genellikle iki farklı sebeple tanımlanır: genel sebep ve özel sebep. Genel sebebe bağlı değişkenlikte değişkenlik tek bir nedene atfedilemez ve bu tür değişkenlik sürecin yeniden tasarlanması ile azaltılabilir (Montgomery, 2009: 181). Özel sebebe bağlı değişkenlik ise belirli bir nedene atfedilen değişkenliktir ve bu tür değişkenliğin genellikle üç kaynağı vardır. Yanlış ayarlanmış veya kontrol edilmiş makineler, operatör hataları ve hatalı ham maddeler.

Sıklıkla kontrol dışı olduğu düşünülen bir süreci düzeltmek için problem çözme araçlarının güçlü bir koleksiyonu olan İstatistiksel Süreç Kontrolü (İSK) kullanılır. İstatistiksel Süreç Kontrolü, süreçlerin istikrarının sağlanmasına yardımcı olur ve değişkenliğin azaltılması sayesinde kapasiteyi artırır. Bu genellikle üretimle ilgili kalite kontrol sorunlarını çözmek için içeriği uygulanabilen bir araç kümesi olarak düşünülür. Bu kümenin unsurları histogram veya dal-yaprak diyagramı, kontrol kâğıdı, Pareto diyagramı, sebep ve sonuç diyagramı, hata yoğunlaşma diyagramı, dağılım şeması ve çok ünlü kontrol grafikleridir (Helm, 2004: 46.2).

### 1.3.4 Kalite Güvencesi

Kalite güvencesi, kalite yönetimi gerekliliklerini yerine getirmeye odaklı kalite yönetiminin bir parçasıdır. “Kalite sistemi içerisinde bir ürün veya hizmetin kalite

gerekliliklerini yerine getireceğine dair güvence verildiğini kanıtlayan uygulanan planlı ve sistematik tüm faaliyetler” olarak tanımlanabilir (<http://asq.org/learn-about-quality/quality-assurance-quality-control/overview.html>, 20 Haziran 2018). Kalite güvencesinin amacı iş ortaklarına minimum kalite düzeyini garanti etmek için bazı aksiyonlar almaktır. Bu aksiyonlar genellikle ISO 9000 Uluslararası Standartlar serisi tarafından belirlenmiştir. Kalite güvencesi, genel olarak denetimler, eğitim ve bazı teknik analizler yoluyla süreç, ürün ve hizmetlerin kalitesini garanti eder ve kaliteyi planlama ve tasarım aşamasına entegre eden proaktif bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım uygunsuz ürün ve hizmetlerin üretilmesini engeller ve sürecin başından itibaren gereksinimleri karşılamayan ürün ve hizmetleri tespit eder (Helm, 2004: 46.2 ve Dale, 2003).

### **1.3.5 Toplam Kalite**

Kalite kontrol evriminde, toplam kalite yönetimi performans ve sürekli gelişim arayışında üstün bir yer tutmaktadır. Uygulanması yazarlara göre bazen farklılıklar göstermesine rağmen, felsefesi ve amaçları yine de herkes tarafından paylaşılmaktadır.

Toplam Kalite "müşterilerin ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak ve aşmak için kaynakları, ürünleri ve hizmetleri optimize ederek bir kuruluşun tüm üyelerinin birlikte hareket ettiği bir yaklaşımdır" (Dale, 2003: 26-27). Bu yaklaşımın amacı, mükemmel bir kalite düzeyi elde etmek için büyük bir seferberlik yapmak ve tüm şirketin katılımını sağlamaktır. Bu mantıktan yola çıkarak, toplam kalite artık bir grup insan veya bir departmanın ayrıcalığı değildir, aksine tüm departmanlar tarafından tüm hiyerarşik seviyelerde ve müşteriler ve tedarikçiler de dâhil olmak üzere organizasyondaki tüm aktörler tarafından paylaşılan bir sorumluluktur (Mohammed Tahla, 2004: 15-19).

Toplam kalitenin nihai hedefi, onun tüm örgüte yayılımını sağlayarak müşteri memnuniyetini artırmak ve maliyetleri azaltmaktır. Bunu başarmak için toplam kalite felsefesini oluşturan sekiz ilke kümesi – müşteri odaklılık, yönetim liderliği, personelin karar süreçlerine katılımı, süreç yaklaşımı, sistem yaklaşımı, sürekli iyileştirme, karar vermede somut yaklaşım ve nihayet tedarikçilerle karşılıklı fayda sağlayan ilişki – geliştirilmiştir (Dale, 2003: 26-27).

## **BÖLÜM 2: İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL**

Pazar karmaşıklığı ve müşterilerin değişen ihtiyaçları, birçok alanda ve özellikle de endüstriyel kalkınmada eşi benzeri görülmemiş bir değişikliğe neden olmuştur. Bunun sonucunda birçok sektörün proses istikrarını sağlama ve değişkenliği azaltma, ürün ve hizmetlerin kalitesini iyileştirme yönündeki çalışmalarında değişiklik meydana gelmiştir. Bunu başarmak için endüstriler daha sofistike yöntemler geliştirmiştir. Böylelikle 1920'li yıllarda Amerikan telefon şirketi olan Bell telefon şirketi, telefon ekipmanları üretiminde karşılaştığı sorunlara bir çözüm bulmak için istatistikçi ve araştırmacı bir ekip kurmuştur (Stuart ve Drew, 1996: 88, 203-204). Sonrasında proses stabilitesi ve ürün ve hizmet kontrolü için istatistiksel metotların kullanımıyla geleneksel metotlar terk edilmiştir.

Bu nedenle, istatistiksel kalite kontrolü, her ikisi de Bell telefon şirketinde kalite alanındaki birkaç kişi tarafından geliştirilen iki istatistiksel kavramı ifade eder. Bunlardan birisi 1925'te Harold Dodge ve Romig tarafından geliştirilen kabul örneklemesidir (Stuart ve Drew, 1996: 88, 203-204). Konseptin mantığı, istatistiksel tekniklere dayanan bir örnekleme planından partilerin kabul edilmesine veya reddedilmesine dayanmaktadır. (Grant ve Leavenworth, 1988). İkinci kavram ise süreçlerin kararlılığının sağlanması için geliştirilen istatistiksel süreç kontrolüdür (Montgomery, 2009).

### **2.1 İstatistiksel Kalite Kontrolünün Tanımı**

İstikrarlı bir sürece duyulan ihtiyaç gittikçe daha önemli hale geldiği için pazarın ihtiyaçlarını ve gerçeğe daha iyi adapte olan yeni politikaları benimsemek gereklidir. İstatistiksel Kalite Kontrol daha sonra ortaya çıkmış ve ilk kez ABD'de, 1920'lerin ortalarında, Bell telefon şirketinde bulunan Western Electric'te denenmiştir (Stuart ve Drew, 1996).

İstatistiksel kalite kontrol ile bağlantılı kelimeleri grubuna odaklanılacak olursak, anlamları ve tanımları için ayrı ayrı öne çıkan üç ifade oluşturulmuştur. Larousse sözlüğüne (2017) göre, istatistikler sonuç çıkarmak için verilerin toplanması, işlenmesi ve yorumlanması için bir dizi yöntem olarak tanımlanmaktadır. Kontrol, bir şeyin durumunu önceden tanımlanmış standartlarla karşılaştırmaktır.

İstatistiksel Kalite Kontrolü değişkenlikleri azaltarak kararlı bir sürecin sürdürülmesi için istatistiksel yöntemlerin endüstriyel sorunlara uygulanması anlamına gelmektedir

(Howell 1952: 155-156; Montgomery, 2009). Muayeneden kalite kontrole geçişteki ana nedenin müşteri beklentileri olduğu açıktır.

İstatistiksel Kalite Kontrol, Harold Dodge ve Romig (1959) tarafından oluşturulan istatistiksel bir proses kontrol yöntemi olup kabul örnekleme yöntemiyle bir örnekleme planındaki partinin kabul edilmesini veya reddedilmesini temel alan bir ilkeyi içerir. İkinci olarak, değişkenliği azaltan ve ürün ya da hizmet kalitesini iyileştiren bir dizi istatistiksel araç olan istatistiksel süreç kontrolünü içerir (Montgomery, 2009). İstatistiksel süreç kontrolünde 24 Mayıs 1924'te Albert Shewhart tarafından geliştirilen kontrol grafikleri kullanan Juran (1997) bir sürecin istikrarının önceden belirlenen sınırlar dâhilinde gerçekleşebileceğini aksi takdirde sürecin kontrolden çıkmış sayılacağını belirtir.

## **2.2 İstatistiksel Kalite Kontrolü İle İlişkili Kavramlar**

Yukarıda bahsedildiği gibi, istatistiksel kalite kontrolü sadece kabul örneklemesini değil aynı zamanda sürecin istatistiksel kontrolünü de içermektedir. Ancak bazı yazalar bu iki kavrama araştırma ve geliştirmeyi üçüncü önemli unsur olarak eklemiştir (Howell, 1952: 155-156). Ek olarak, istatistiksel kalite kontrolü ayrıca bir popülasyondan gelen bilgileri özetlemek ve sentezlemek için tanımlayıcı istatistiklerle de ilişkilidir. Aşağıda istatistiksel kalite kontrol ile ilgili bazı kavramlar açıklanmıştır.

### **2.2.1 Tanımlayıcı İstatistikler**

Genel olarak endüstri ve iş dünyasında, uygulayıcılar ve araştırmacılar bazen belirli olaylarla ilgili veri setleri veya bilgiler ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bunları bir bütün olarak anlamak amacıyla onları özetlemek ve sentezlemek için keşifsel yöntemler kullanılır. Tanımlayıcı istatistikler bu nedenle bu keşifsel yöntemler arasında sayılır. Bickel ve Lehmann'a (1875: 1038-1044) göre, tanımlayıcı istatistikler bir popülasyonun farklı yönlerinin ölçümleriyle ilgilenir (merkezi eğilim ve dağılım ölçüsü), böylece göreceli olarak büyük bir veri setini kısaca tanımlamak veya sentezlemek için teknikleri ve ölçümleri bir araya getirirler.

Bu bilgileri ölçülerle (merkezi eğilim ve değişkenlik) tanımlamak, uğraştığımız verinin niteliği hakkında önceden bilgi ve anlayış gerektirir. Nicholas Walliman'a (2011: 71-73) göre, tanımlayıcı istatistiklerde, niceliksel ve niteliksel veri olmak üzere iki ayrı veri türü

vardır. Veriler, genellikle bir sayı ile ölçüldüklerinde niceldir; örneğin, bir sınıftaki öğrenci sayısı, nüfus, ekonomik veriler gibi. Diğer yandan aldıkları değerler, araba markası, göz rengi gibi sayılamaz olduğunda ise nitel veri olarak sınıflandırılırlar (Wallimann, 2011: 71-73).

Yukarıdaki her bir veri tipi için iki farklı değişken ölçüm çeşidi vardır. Nitel veriler için kategorik ve sıralı (ordinal) değişkenler bulunur. Nominal değişkenler, değişkenlere herhangi bir üstünlük atfetmeden iki veya daha fazla farklı türde sınıflandırır. Buna örnek olarak cinsiyet (erkek, kadın) veya renkler (kırmızı, sarı, yeşil, siyah, beyaz) verilebilir. Sıralı değişkenler, verilerin belirli bir üstünlüğe göre sınıflandırılmasına dayanır. Örnek olarak, öğrencilerin yaşları ve sınavdan alındığı notlar verilebilmektedir. (Wallimann 2011: 71-73; Victoria, 2017: 49-50). Nicel veriler için kesikli ve sürekli ayrımı yapılabilmektedir. Kesikli değişkenler, aralıklar arasına asla değer almayan izole değerlerdir ve genellikle tam sayılarla ifade edilirler. Bunlara örnek olarak bir kişinin sahip olduğu kardeş sayısı ve bir dönemde alınan ders sayısı verilebilir. Sürekli değişkenlerde ise aralıklar arasına sonsuz sayı alınabilir (Joseph, 1999: 402-409). Bir ürünün ağırlığı, iki nokta arasındaki mesafe ve bir etkinliğin süresi gibi.

Tanımlayıcı istatistikler, istatistiksel olayları daha iyi anlamak amacıyla verileri özetlemek için kullanılan ölçümleri içerir. J. M. Juran (1988) iki tanımlayıcı ölçüden bahseder: Merkezi eğilim ve dağılım ölçüsü. Juran (1988), Janes (1999), Victoria Cox (2017) ve diğer pek çok istatistik yazarına atıfta bulunularak, bu ölçümlerin kısa bir açıklaması aşağıda verilmektedir.

### **Merkezi Eğilim Ölçüleri**

Merkezi eğilim ölçüleri, nicel bir veri setini özetlemede kullanılmaktadır. Bu ölçüler kullanılarak verilerin yoğunlaştığı merkezi bir değer belirlenir. Yaygın olarak kullanılan merkezi eğilim ölçüleri arasında aritmetik ortalama, medyan ve mod vardır (Victoria, 2017: 81).

## Ortalama

Ortalama (aritmetik ortalama), merkezi eğilim ölçümlerinin en fazla bilinen ve en sık kullanılanlarından birisidir. Belirli bir veri kümesinin tüm değerlerinin toplamının, bu değerlerin sayısına bölünmesiyle elde edilen değeri ifade eder (Burns ve Burns, 2008: 140; Griffith, 1999: 406).

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

$\bar{X}$ , X-bar olarak okunur ve aritmetik ortalamanın formülünü temsil eder, (X) ise ölçülen değişkendir. ( $\sum$ ) toplamı temsil eder, ( $X_i$ ) istatistiksel serinin değeri ve ( $n$ ) ise serideki toplam eleman sayısını ifade eder. Örnek olarak (8,8,9,8,6,7,5,4,2,3) değerlerinin ortalamasını hesaplayacak olursak, ( $\bar{X}$ ) = 60/10 = 6'dır.

Yukarıda verilen formüle göre, bu seri için aritmetik ortalama 6'ya eşit olacaktır.

## Mod

Tanımlayıcı istatistiklerde, mod bir veri kümesinde en fazla tekrar eden gözlemi temsil eder. (Richard A. Burns, 2008: 138).

Önceki örnekteki değerleri alarak (8,8,9,8,6,7,5,4,2,3), en fazla tekrar eden değerlerin sayısının 8 olduğunu görebiliriz. O zaman mod “8” olur.

## Medyan

Tanım olarak medyan, bir veri setindeki değerler küçükten büyüğe sıralandığında tam ortaya düşen veya diğer bir deyişle seriyi ikiye bölen değerdir (Kazmierski, 1995: 48-49). Medyan, gözlem değerlerinin çift mi yoksa tek mi olduğuna bağlı olarak iki farklı şekilde hesaplanabilir. Tek değerleri olan bir gözlem için, medyan ((n + 1) / 2) 'ye eşittir, burada (n), değerlerin sayısıdır ve (2) bir sabittir.

Gözlem sayısının çift olduğu durumlarda gözlem değerlerini küçükten büyüğe sıralanır ve ortaya düşen iki değerlerin ortalaması alınır (Victoria, 2017).

Önceki örneği dikkate alacak olursak, (8,8,9,8,6,7,5,4,2,3) değerleri küçükten büyüğe sıraya konulduktan sonra seri (2,3,4,5,6,7,8,8,8,9) şeklinde ifade edilebilir. 6 ve 7 sayıları, seriyi iki eşit parçaya bölen sayılardır, bu nedenle medyan (6 + 7) /2=6.5 değer olup medyan değer 6'dır (Griffith, 2000: 408).

## Değişkenlik Ölçüleri

Değişkenlik ölçüleri, verilerin merkezden ayrılma mesafesini anlamamızı sağlar. En yaygın kullanılan değişkenlik ölçüleri arasında, değişim aralığı, varyans, standart sapma ve yüzdebirlik bulunmaktadır (Victoria, 2017).

### Range (R)

Range, tanımlayıcı istatistiklerde kullanılan en basit değişkenlik ölçüsüdür. Ölçülen değerlerin en küçüğü (min) ile en yükseği (max) arasındaki farktır. Range ne kadar büyükse değişkenlik de o kadar yüksektir.

Örnek olarak, önceki veri kümesi (2,3,4,5,6,7,8,8,8,9) göz önünde bulundurulacak olursa en yüksek değer 9 en düşük değer ise 2 olup değişim aralığı 7'dir.

### Varyans

Varyans tanımlayıcı istatistik olarak kullanımı oldukça pratik bir değerdir. Kareköküne eşit olan standart sapmayı kolayca hesaplamak için kullanılır. Varyans, ortalamadan sapmaların karelerinin ortalamasını temsil eder ve değerlerin ortalamaya göre dağılımını karakterize etmeyi sağlar.

$$V(x) = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

$V(x)$  varyans formülünde varyansı,  $(\sum)$  toplamı,  $(X_i)$  istatistiksel serinin değerini,  $(\bar{X})$  serinin aritmetik ortalamasını ve  $(n)$  serinin toplam gözlem sayısını temsil eder.

### Standart Sapma

Standart sapma, tanımlayıcı istatistiklerde en yaygın kullanılan değişkenlik ölçülerinden birisi olup gözlem değerlerinin ortalamadan sapmalarının ortalamasının kareköküdür (Janes, 1999: 404). Bir değer kümesinin bu değerlerin ortalamasına göre değişkenliğini ölçmek için kullanılır. Formülü aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Burada  $(\sigma)$  standart sapma formülüdür. Standart sapma, varyansın kareköküdür.

## Yüzdebirlik

Yüzdebirlikler, genel olarak tanımlayıcı istatistiklerde performansın bir göstergesi olarak kullanılan dağılım ölçüleridir. Genellikle bir dağılımın belirli bir yüzdesinin altındaki ve üzerindeki değerleri belirtmek için kullanılırlar. Yüzde oranlar dağılımın puanlarını iki ayrı bölüme ayırır; bunlardan puan yüzdesi belirlenen değerden düşük olan birinci bölüm ve puan yüzdesi aynı değerden büyük olan ikinci bölümdür. Yüzdelikler, bir gözlemi yüz (100) bölüme ayıran doksan dokuz (99) sayıyı temsil eder. Böylece her değer, söz konusu gözlemin bir (1) yüzdesini temsil eder ve her değerün üstünlüğüne göre numaralandırılır (Joarder ve Abujiya, 2007: 38: (5), 667-676). Yüzdebirlik formülü aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$P = (k \div 100)(n)$$

(P), hesaplanacak yüzdeyi işaretleyen dağılımın konumu olduğunda (k) hesaplanacak yüzdeyi ve (n) dağılımın toplam değerini temsil eder.

### 2.2.2 Kabul Örneklemesi

Üretim ve pazarlamaya yönelik belirli bir kaynak kalitesini garanti etmek için sanayiciler, kalitelerini ve üretim sürecinin istikrarını doğrudan etkileyebilecek kaynakları daha iyi denetlemek için aralıksız olarak istatistiksel yöntemleri araştırmakta ve uygulamaktadır. Muayene edilecek kaynaklar genellikle ham maddeler, yarı mamul ürünler ve bitmiş ürünler şeklinde gruplandırılır ve muayene sırasında bunların standartlara uygunluğu denetlenir (Montgomery, 2009). Bunu başarmak için genellikle birbirlerinden farklı üç tür yöntem uygulanır. Bunlar muayene yapmadan kabul, %100 muayene ve kabul örneklemesidir (Montgomery, 2009; Dodge ve Romig, 1959).

**Muayene yapmadan kabul:** Adından da anlaşılacağı gibi bu yöntem partileri önceden kontrol etmeden kabul etmekten ibarettir. Bu oldukça riskli yaklaşım olup özellikle tedarikçi ve ortaklar arasında güven tesis edildiğinde güvenilirlik göz önünde bulundurarak uygulanır (<http://sn1.chezalice.fr/calculs/reception/accept.html>, 12 Aralık 2018).

**%100 Muayene:** Pazarlama veya üretime yönelik ürünlerin kabulü veya reddi için kullanılır. Oldukça geleneksel olan bu yöntemin temel ilkesi gruplar halinde bulunan her bir ögenin kontrolünü gerektiren bir sürece dayanmaktadır. Amaç, ürünlerin

spesifikasyonlara uygunluğunu sağlamak, eğer değilse uygun olanları olmayanlardan ayırtmaktır (Mitra, 2008). Bununla birlikte, bu yöntem çok sık olarak çok sayıda maddenin incelenmesini gerektirir, bu da muayeneye ayrılan zaman ve maliyet açısından bir dezavantajdır. Bu dezavantajın üstesinden gelmek için araştırmacılar daha ekonomik ve modern bir yöntem olarak kabul örneklemesini tercih etmektedirler.

### **Kabul Örneklemesi**

Kabul örneklemesi günümüzde kalite alanındaki en eski istatistiksel araçlardan biri olarak kabul edilmektedir. Sıkça %100 muayene yöntemine alternatif olarak düşünülmekte ve genellikle üretim alanının dışında gerçekleşmektedir. Önce tedarikçiden gelen ürünlerin kabulü ve reddedilmesi amacıyla daha sonra ise tüketiciye göndermeden önce ürünlerin uygunluğunu doğrulamakta kullanılır (Duncan, 1986; Stephens, 2001).

Bu yöntem Amerika Birleşik Devletleri'nde 1920'li yıllarda Dodge ve Romig tarafından Bell Laboratuvarlarında icat edilmiştir. Sanayicilerin uzun süredir kullandıkları ancak ne yazık ki bazı dezavantajları olan geleneksel %100 muayene yönteminin yerine geçmiştir (Feigenbaum, 1991: 466). Kabul örnekleme yönteminin prensibi basittir. Genellikle endüstriyel ürün gruplarından alınan örneklerin istatistiksel yöntemler kullanılarak incelenmesi ve doğrulanması esasına dayanır. Bu testlerden elde edilen sonuçlara dayanarak, bu partilerin tamamının kabulüne veya reddine karar verilir. (Grant ve Leavenworth, 1988). Yukarıda verilen tanım, sahip olduğumuz ana kabul örnekleme türleri olan hem nitelik hem de değişken örnekleme için geçerlidir. Nitelik örneklemesine verilebilecek bir örnek bir ürün üzerindeki çizik sayısıdır. Partinin reddedilmesi veya kabul edilmesine dair karar, numunedeki uygunsuz birimlerin sayısına dayanmaktadır (Mitra, 1998).

Buna karşılık, değişkenlere göre kabul örneklemesi durumunda, incelenecek öğeler toplu haldedir. Bu, örneklenen elemanların değerlendirilmesinin sayısal bir ölçekte ölçülebilen özellikler olduğu anlamına gelir (Mitra, 1998).

Partilerden alınan örneklerin iyi kalitede olmasına rağmen her zaman reddedilme riski taşıyabileceği unutulmamalıdır. Tersine aynı numunelerin kalitesinin düşük olmasına rağmen müşteri tarafından kabul edilme riski de bulunmaktadır. Bu risklerin ortaya çıkma olasılığı, sırasıyla üretici riski ( $\alpha$ ) ve tüketici riski ( $\beta$ ) olarak adlandırılır.

## Üretici riski ve tüketici riski

Üretici ve tüketici riskleri, spesifikasyona uymasalar bile, ürünlerin reddedilme veya kabul edilme ihtimalinden kaynaklanır. Bu kararlar (kabul veya ret) toplu değerlendirme için iki kalite seviyesi ile tanımlanmaktadır: kabul edilebilir kalite seviyesi ve hatalı parti toleransı yüzdesi veya reddedilebilir kalite seviyesi (Mitra, 1998: 423).

Üretici riski ( $\alpha$ ), partinin iyi kalitede olmasına rağmen, tüketicinin lotu reddetmesiyle ilgili risktir. Üreticiyi bu riskten korumak için, kabul edilebilir kalite seviyesini belirleyen sayısal bir değer, toplu değerlendirme için bu riskle ilişkilendirilir. Kabul edilebilir kalite seviyesi, tatmin edici olarak kabul edilebilecek çok sayıda uygun olmayan madde sayısının maksimum yüzdesidir (ANSI/ ASQC, Standards A2, 1987).

Tüketici riski ( $\beta$ ), tedarikçi tarafından gönderilen düşük kaliteli serilerin kabulü ile ilgilidir. Bu risk, kabul edilemeyecek bir kalite seviyesinin altını temsil eder. Tüketicii bu riskten korumak için, tolere edilebilecek en kötü seviyeyi belirten sayısal bir değer tanımlanmaktadır. Bu değer, kabul edilebilir kalite seviyesi olarak da bilinen hatalı tolerans yüzdesidir. Bu değer, tüketicinin kabul olasılığını azaltmak istediği lotta yer alan uygun olmayan kalemlerin sayısını temsil etmektedir. (Mitra, 1998: 423).

Tedarikçi ve tüketici riskine ve onları korumak ve kabul örneklemesi için faydalı olan sayısal değerlerine ek olarak, performanslarını ölçmek için faydalı çalışma karakteristiğine de sahip olunmalıdır.

## Çalışma Karakteristik Eğrisi

Çalışma karakteristik eğrisinin, kabul örneklemesi yönteminde birçok faydası bulunmaktadır. Birincisi, üretim partilerinin kabul olasılığını belirlemek için kalite kontrolünde kullanılır. İkincisi, örnekleme planında iyi ve zayıf kalite lotlar arasında ayırım yapar. Üçüncüsü, örnekleme planlarının performansını ölçmek ve böylece lot kabul etme olasılığını, ( $P_a$ ), kabul etmeme olasılığı ile ( $p$ ) karşılaştırmak için kullanılır (Eugene, 1988; Mitra, 1998).

## İhtimal dağılımı

Bir çalışma karakteristiği eğrisini çizmek için bazı olasılık dağılımı yasaları gereklidir. Montgomery'ye (2009: 72-73) göre, ihtimal dağılımı "değişkenin değerini, popülasyonda bu değer ortaya çıkma olasılığıyla ilişkilendiren matematiksel bir modeldir". Yazar iki

tür olasılık dağılımı ortaya koyar. Bunlardan birisi ölçülecek değişkenin sürekli bir ölçekte ifade edildiğinde geçerli olan sürekli dağılımdır. Sürekli dağılıma örnekler arasında ağırlık, mesafe ve zaman bulunmaktadır. Diğeri ise kesikli dağılımdır. Değişkeni ölçülecek kesikli dağılım sadece tam sayıları içerir. Kesikli dağılım kalite kontrolünde oldukça sık olduğu için bu dağılım türlerinden üç tanesi aşağıda verilmiştir (Montgomery, 2009; Griffith, 1999 ve diğerleri).

### **Hipergeometrik dağılım**

Hipergeometrik dağılım, lot nispeten küçük olduğunda örnekleme planını kabul etme olasılığını hesaplamak için kullanılır. Bu dağılımda uygun olmayan bir ürün bulma olasılığı ( $p_x$ ) şu şekilde verilir: (Mitra, 1998: 163).

$$P_x = \frac{C_X^d \cdot C_{n-x}^{N-d}}{C_n^N}$$

(d) popülasyondaki olayın meydana gelme sayısı, ( $P_x$ ) = (x) hata bulunması olasılığı; (N) popülasyon (lot) büyüklüğü ve (n) örnek büyüklüğüdür.

### **Binom dağılımı**

Yerine koyma metodu ile örnekleme olarak da adlandırılan binom dağılımı, örneklerle ilişkin olasılıkların eşit olduğunu varsayar. Genellikle  $np \geq 5$  olduğunda uygulanır. Numune büyüklüğü lot büyüklüğünden daha küçük olmalıdır. Bir numunedeki (n) hata sayısını (x) bulma olasılığı aşağıdaki gibi olabilir.

$$P_x = \frac{n!}{x! (n-x)!} \cdot p^x \cdot (1-p)^{n-x}$$

( $P_x$ ), hatanın medyana gelmesi ihtimaline eşittir (x); n = numunenin büyüklüğü ve (p) = sabit olan hata oranını verir.

### **Poisson dağılımı**

Poisson dağılımı, kusurlu parçaların sayısı yerine birim başına kusur ya da kusur sayısı olan örnekleme planlarında kullanılır. Numune (n) büyük olduğunda ve hatalı oran (p) oldukça küçük olduğunda kullanılabilir. Numunedeki (n) kusurları (x) veya kusurlu kısımları bulma olasılığı, aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$P_x = \frac{(np)^x \cdot e^{-np}}{x!}$$

$(P_x)$ ,  $(x)$  hatasının meydana gelmesi olasılığı,  $(n)$  örnek büyüklüğüne eşittir,  $(p)$  sabit olan hata oranı ve  $(e)$  bir diğer sabit değerdir.

Bu farklı ihtimal dağılım yöntemleri var olan farklı çalışma karakteristik eğrisi tipleri ile olan ilişkilerinden dolayı önemlidir. Bundan dolayı A ve B tipi çalışma karakteristiği eğrisini ayırt etmek gereklidir.

#### **A tipi çalışma karakteristik eğrisi**

Bu eğrinin numunesi sonlu bir lottan seçilir ve lotun kabul olasılığının hesaplanması geometrik dağılıma dayanır. Bu A tipi eğri, esas olarak tüketicinin riskini  $(\alpha)$  değerlendirir.

#### **B tipi çalışma karakteristik eğrisi**

Bu eğride, numunenin seçimi için sonsuz bir lot seçilmiştir. Ek olarak, bir numunedeki uygunsuz elemanların sayısının hesaplanması için Poisson dağılımı ve Binom dağılımı sıklıkla tercih edilir. Bu tip B eğrisi esasen üreticinin riskini değerlendirir  $(\beta)$ .

Yukarıda açıklanan karakteristik eğriler, nitelik ve değişken verilerinin kabul örnekleme için geçerlidir. Yukarıda bahsettiğimiz farklı örnekleme planlarında da somut olarak uygulanırlar.

#### **Örnekleme planı çeşitleri**

Dört çeşit örnekleme planı bulunmaktadır. Bunlar tek, çift, çoklu ve ardışık örnekleme planlarıdır. Her bir örnekleme planı türü, gerçekleştirilmesi için gerekli olan örneklerin sayısı ve toplu kabul ve reddetme için kullanılan hesaplama yöntemleriyle tanımlanır (Mitra, 1998: 428-429). Juran ve Gryna (1988), Mitra (1998) ve Grant ve Leavenworth (1988) gibi birçok yazar planların etkinliği konusunda hemfikirler. Bu planlar kısaca aşağıda anlatılmıştır.

#### **Tek Örnekleme Planı**

Basit örnekleme,  $(N)$  büyüklüğündeki bir partiden  $(n)$  büyüklüğündeki bir örneği rassal olarak almaktan ibarettir. Bu lotta, tüketici tarafından genel olarak tanımlanmış olan uyumlu olmayan ürünler için bir kabul sayısı  $(c)$  vardır. Numune içinde gözlenen uygunsuz sayıdaki öğelerin bu kabul sayısına  $(c)$  eşit veya daha az olması durumunda, lot kabul edilir, aksi halde lot reddedilir.

### **Çift Örnekleme Planı**

Çift örnekleme planı, tek örnekleme planının reddedilmesi halinde bu planın mantıksal olarak devamı niteliğindedir. Bir partiden, bir ilk numune ( $n_1$ ) alınarak ve bu numune için bir kabul sayısı ( $c_1$ ) ve bir reddetme sayısı ( $r_1$ ) belirlenir. Bu örnekteki uygun olmayan öğelerin sayısı kabul sayısına ( $c_1$ ) eşit veya daha az ise lot kabul edilir. Aynı sayı ( $r_1$ ) 'den büyükse lot reddedilir. Ancak, bu sayı aynı anda ( $c_1$ ) 'den büyük ve ( $r_1$ ) 'den küçükse ikinci bir örnek ( $n_2$ ) alınır. Bu ikinci örnek için ( $n_2$ ), ( $c_2$ ) ve ( $r_2$ ) tanımlanır. Birleştirilen iki örneğin uygun olmayan öğe sayısı ( $c_2$ ) 'den küçük veya ona eşitse parti kabul edilir. Bu sayı ( $r_2$ ) 'den büyük veya ona eşitse parti reddedilir ve bu da çoklu örnekleme planının seçimine yol açar.

### **Çoklu Örnekleme Planı**

Çift örnekleme planı tekli örnekleme planının bir devamı olduğu gibi, çoklu örnekleme planı da çift örnekleme planının bir uzantısıdır. Planın prensibi öncekilerle aynıdır. Bu örnekleme planı, önceki plan reddedildiyse geçerlidir. Bu durumda, üçüncü bir örnek ( $n_3$ ) seçilir. Bu üçüncü örnek için kabul sayısı ( $c_3$ ) ve ret sayısı ( $r_3$ ) tanımlanır. Önceki örneklerden gelen uygun olmayan birleştirilmiş öğelerin sayısı ( $c_3$ ) 'den küçük veya ona eşitse lot kabul edilir. Eğer bu sayı ( $r_3$ ) 'e eşit veya büyükse lot reddedilir. Bu sayı ( $c_3$ ) ve ( $r_3$ ) arasındaysa başka bir örnek gerekir.

### **Sıralı Örnekleme Planı**

Juran'a (1988) göre, partiyi kabul etme veya reddetme kararı her bir maddenin muayenesine dayanmaktadır. Bu nedenle, önceki örneklerden toplanan uyumlu olmayan öğelerin sayısının kabul için ( $c$ ) 'den küçük veya ona eşit ve reddedilmemesi için ise ( $r$ ) 'den büyük veya ona eşit olduğundan emin olmalıyız. Sayı ( $c$ ) ve ( $r$ ) arasında ise başka bir örnek talep edilecektir.

Ürün kontrolü, kalite kontrolün inkâr edilemez derecede önemli bir yönüdür. Bunun etkinliği için kullanılan yöntemler arasında muayene etmeden kabul, %100 denetleme yöntemi ve kabul örnekleme yöntemi bulunur. Diğer tüm ürün kontrol yöntemlerinde olduğu gibi kabul örneklemesinin amacının, ürünün kalitesini artırmak değil, o ürünün belirli standartlara uygunluğunun kontrolü olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle dört örnekleme planı tanımlanmıştır ve her bir plan lottan alınan örnek sayısı ile karakterize

edilir (Johannes ve Burrill, 1999: 273-274). Ek maliyet yaratan örneklerin sayısının artırılması dezavantajlardan biridir.

### **2.3 Kalite Araçları**

Müşterilerin değişen ihtiyaçları göz önüne alındığında şirketler, ürünlerini daha çekici hale getirmek için çeşitli yöntemler aramaktadır. Bunu başarmak için endüstride süreç iyileştirme için uygulanan bir dizi yöntem olan istatistiksel kalite kontrolüne odaklanılmaktadır (Howell, 1952: 155-157). Bir yanda muayenesiz kabul, %100 muayene yöntemi ve kabul örnekleme içeren ürün kontrol araçları vardır. Diğer tarafta ise, süreç iyileştirme sürecinin anlaşılmasına yardımcı olan kalite kontrol araçları olarak da bilinen süreç kontrol araçları vardır (Dale ve Shaw, 1999). Bu araçları kullanım tercihlerinin ve sebeplerinin bilgi ve ustalık gerektirdiği unutulmamalıdır. Bu araçlar arasında Pareto diyagramı, çetele diyagramları, sebep ve sonuç diyagramı, histogram, yayılma diyagramı, hata yoğunlaşma diyagramı ve kontrol grafikleri bulunmaktadır.

#### **2.3.1 Pareto Diyagramı**

Pareto diyagramı, İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto tarafından oluşturulmuştur. 80'e 20 kuralı olarak da bilinir. Vilfredo Pareto, İtalya da dâhil olmak üzere bazı ülkelerin ekonomilerinde toplam servetin %80'inin nüfusun %20'sinin elinde olduğunu varsaymaktadır (Juran 1975 ve Wilkinson, 2006: 332-334). Bu hipotez daha sonra üretim, pazarlama, biyoloji, etoloji ve diğerleri gibi çeşitli alanlarda da kullanılmıştır. Pareto gibi bu alanlardaki uygulayıcılar, bir probleme neden olan faktörlerin %20'sinin o problemin %80'ine neden olduğunu ve bu faktörlerin ortadan kaldırılması halinde problemin %80'inin çözülebileceğini belirtmişlerdir (Reed, 2001: 15-19).

Aynı mantıkla, üreticiler, özellikle de kalite mühendisleri, süreçte gözlemlenen hataların da benzer bir dağılım gösterdiğini belirtmiştir. Hatalara neden olan en önemli faktörün ise diğerlerinden net ayrıştığı görülür. Önceki fikirleri de dikkate alarak, Pareto şeması kategorilere göre sınıflandırılmış verilerin frekans dağılımı olarak tanımlanabilir. Amacı, problemleri yinelemelerine göre sınıflandırmak ve bir süreçteki hatalara bağlı sebepleri belirlemektir. (Montgomery, 2009: 200-201).

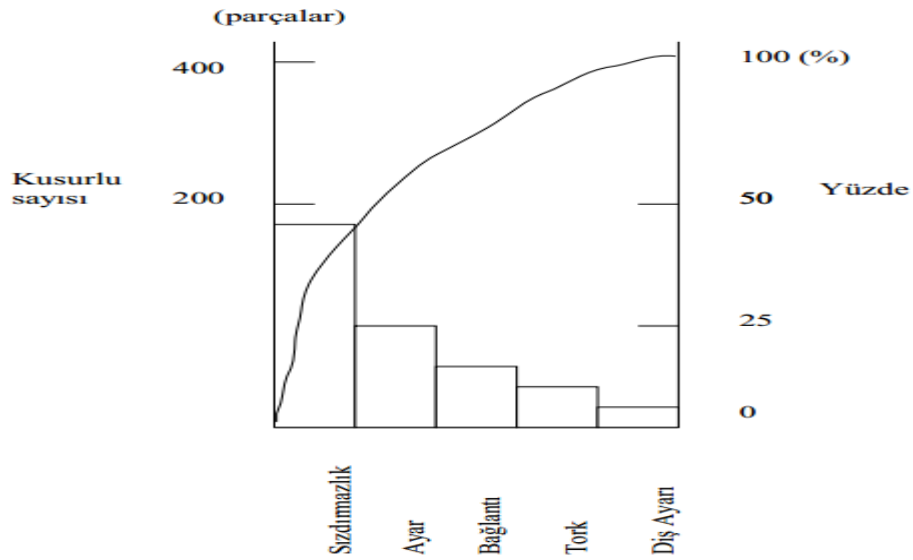
Diyagramın yapısı, çalışılan konunun önsel sayısal analizini gerektirir, bu da hatalı verileri öncelikli kılar. Bir tarafta sayı, sıklık ve yüzde bakımından önemlerine göre

sınıflandırılmış, analiz edilecek unsurların bir özet tablosu bulunmaktadır. Diğer tarafta ise hata sayıları ve frekansları ile kümülatif hata sayı ve frekanslarının bulunduğu bir grafik vardır (Ishikawa, 1976).

**Tablo 1**  
**Kusurların Kayıtları**

| Tarih        | Gözlem sayısı $N=2165$ |               |                        |
|--------------|------------------------|---------------|------------------------|
| Kusurlu Ürün | Kusurlu sayısı         | Kusur yüzdesi | Kusurlu yüzde dağılımı |
| Sızdırmazlık | 198                    | 9.1 %         | 47.6                   |
| Ayar         | 25                     | 1.2 %         | 6.0                    |
| Bağlantı     | 103                    | 4.8 %         | 24.7                   |
| Tork         | 18                     | 0.8 %         | 4.3                    |
| Diş Ayarı    | 72                     | 3.3 %         | 17.3                   |
| Toplam       | 416                    | 19.2 %        | 99.9                   |

**Kaynak:** Kaoru Ishikawa, “Guide to Quality Control”, 2<sup>nd</sup> edition, Tokyo: Asian Productivity Organization, 1982, s.42.



**Şekil 1: Pareto Grafiği**

**Kaynak:** Kaoru Ishikawa, “Guide to Quality Control”, 2<sup>nd</sup> edition, Tokyo: Asian Productivity Organization, 1982, s.43

Tablo 1’de tüm hatalı kalemler, sayıları ve temsil ettikleri yüzdelere yer almaktadır.

### 2.3.2 Çetele Diyagramı

Veri toplama, bir araştırma sürecindeki önemli adımlardan biridir. İşletmelere ve organizasyonlara karar vermelerine yardımcı olan olayların anlaşılmasını sağlar. Bu kararların etkili olması için ve çalışılan olgunun gerçekliğini yansıtmaları için toplanması gereken veriye özel bir dikkat gösterilmektedir. (Ozeki ve Asaka, 1990: 159).

Bunu başarmak için veri toplamada istatistiksel süreç kontrol araçlarından birisi olan çetele diyagramı kullanılmaktadır. Çetele diyagramı, bir tür sayfa veya veri kaydı için kullanılan bir formdur. Ayrıca, bazı yazarlar (R. E. McQuater, C. H. Scurr, B. G. Dale, P. G. Hillman, 1995) bunun karar vermede veri toplamanın en basit yollarından biri olduğunu iddia etmektedir.

İşlevsel olarak farklı olan ancak “kolayca kullanılabilir ve otomatik olarak analiz edilebilecek biçimde veri toplama” gibi ortak bir amacı paylaşan birkaç tür çeteleme diyagramı bulunmaktadır (Kaoru Ishikawa, 1982).

**Tablo 2**  
**Hatalı ürünlere ilişkin çeteleme diyagramı**

| Çetele                                  |                         |                                                                  |
|-----------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Ürün:                                   | Tarih:                  | Fabrika:<br>Bölüm:<br>Gözlemcinin Adı:<br>Lot no:<br>Sipariş no: |
| Üretim Aşaması: Son muayene kontrol     |                         |                                                                  |
| Arıza türü: çizik, eksik, deforme olmuş |                         |                                                                  |
| İncelenmiş toplam sayı:                 |                         |                                                                  |
| Notlar: Tüm numuneler incelendi         |                         |                                                                  |
| Tür                                     | Kontrol                 | Ara toplam                                                       |
| Yüzey çizikleri                         | /// / / / / / / /       | 32                                                               |
| Kırıklar                                | /// / / / / / /         | 23                                                               |
| Eksik                                   | /// / / / / / / /       | 48                                                               |
| Deforme olmuş                           | ///                     | 4                                                                |
| Diğerleri                               | /// / /                 | 8                                                                |
|                                         | Genel Toplam            | 115                                                              |
| Toplam Iskarta                          | /// / / / / / / / / / / | 86                                                               |

**Kaynak:** Kaoru Ishikawa, “Guide to Quality Control”, 2<sup>nd</sup> edition, Tokyo: Asian Productivity Organization, 1982, s.32.

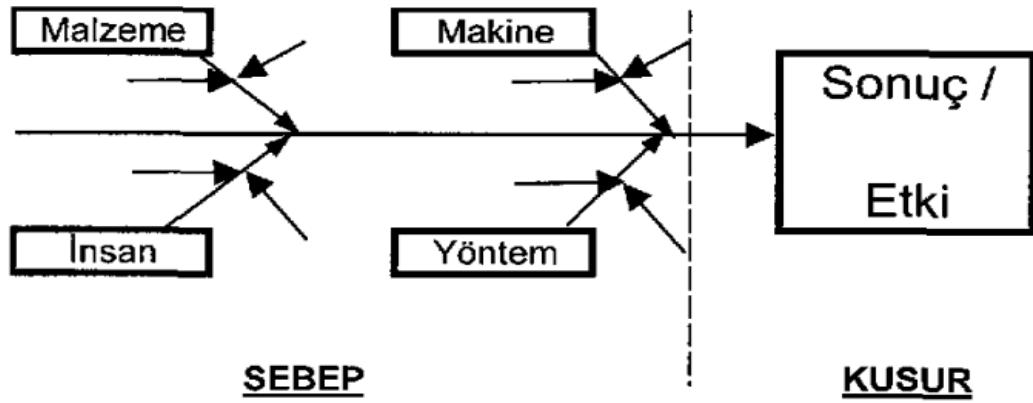
Tablo 2’deki çeteleme diyagramı hata türü ve sayılarının günlük kaydını gösterir. Bu kayıt bize bu hataların doğası, sayısı ve kanıtı hakkında bir fikir verir ve sebeplerini daha iyi anlamamıza yardımcı olur.

### 2.3.3 Sebep ve Sonuç Diyagramı

Balık kılçığı diyagramı veya yaratıcısı ile anılan “Ishikawa Diyagramı” olarak da adlandırılan “Sebep ve Sonuç Diyagramı”, 1943'te Dr. Kaoru Shikawa tarafından oluşturulan problem çözme araçlarından biridir. Bu yöntem, bir sonuç ile nedenleri arasında var olan nedensel bağı vurgulamaktadır. Diyagramın prensibi bilinen bir problemin tanımlanmasına, bu problemle ilgili sebeplerin tespiti ve analizine dayanmaktadır ve sonunda süreç iyileştirme için düzeltici önlemler sunmaktadır (Renee ve Wandersee, 2010: 31-37).

Sebep ve sonuç diyagramının yapısı iki bölüme ayrılmıştır. Bir tarafta genellikle etkiyi etkileyen faktörleri temsil eden nedenler vardır. Diğer tarafta ise bu nedenlerden kaynaklanan bilinen bir etki bulunmaktadır (Asaka ve Ozeki, 1996: 749-150). Diyagramdaki nedenlerin sayısının genellikle bir yazardan diğerine farklılık gösterebileceği belirtilmelidir. Ancak, tipik bir diyagramda 5 neden vardır. Bunlar malzeme, çevre, çalışan, ekipman ve yöntemdir (Aartsengel ve Kurtoğlu, 2010). Ishikawa diyagramının çizimi, Montgomery (2009: 203) tarafından tanımlanan adımların sayısını gerektirir. Bu adımlar yedi tanedir ve aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Analiz edilecek problem veya etkiyi tanımlamak,
- Analiz ekibini oluşturmak. Genellikle, ekip beyin fırtınası yoluyla olası nedenleri keşfedecektir.
- Merkez çizgisini yani balığın ana omurgasını çizmek,
- Potansiyel nedenlerin ana kategorilerini belirtmek ve bunları merkez çizgisine bağlamak,
- Muhtemel nedenleri belirlemek ve bunları bir önceki adımda bahsedilen ana kategorilerden birisine dâhil etmek, gerekirse yeni kategorileri oluşturmak,
- Düzeltici önlemler almak.



**Şekil 2: Ishikawa Diyagramı**

**Kaynak:** Banks. Gayna, principles of quality control, s.474, 1989.

### 2.3.4 Histogram

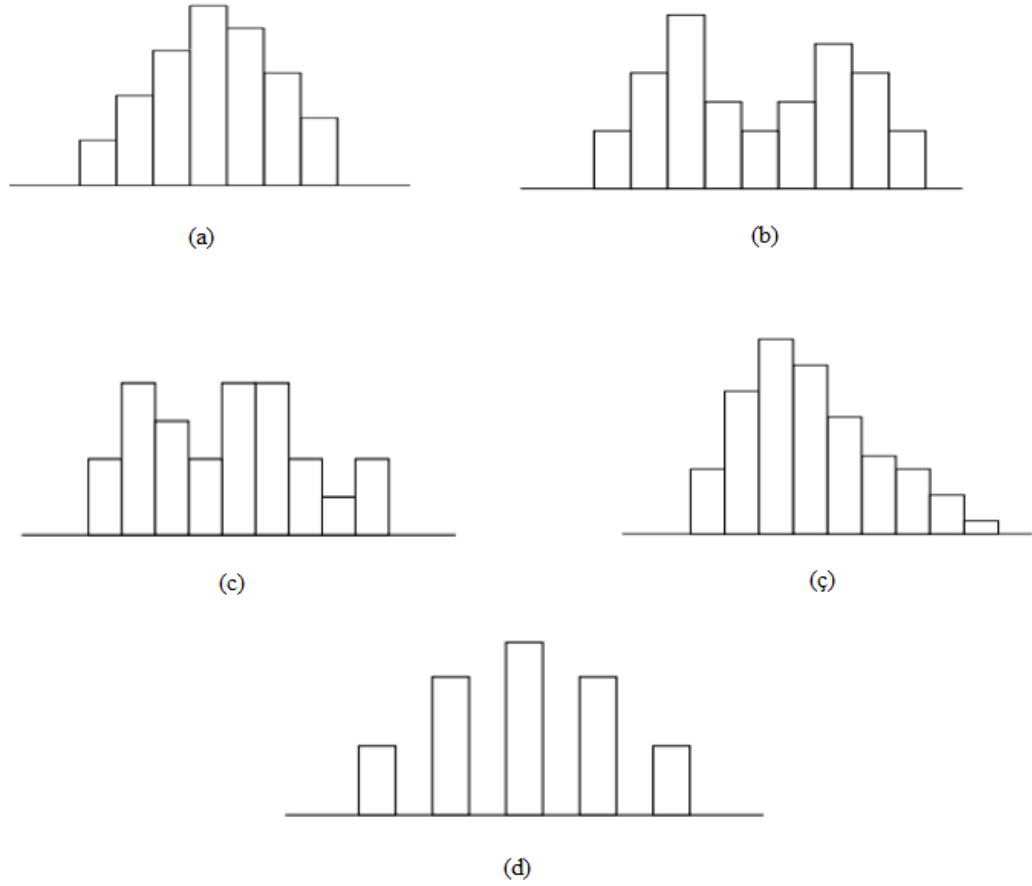
Herhangi bir olayla ilgili verilerin varlığı istatistiksel bir çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan koşullardan biridir. Bu çalışmayı daha iyi anlamak için, veriler anlamlı ve kolay yorumlanır olmalıdır. Bunu başarmak için kalite kontrol araçlarından birisi olan istatistiksel proses kontrol yöntemi histograma ihtiyaç vardır. Tanım olarak histogram, sürekli verilerin dağılımını grafiksel olarak gösteren istatistiksel bir araçtır (Kazmierski, 1995: 55).

Histogram genellikle aykırılıkları tespit etmesi ve süreçleri iyileştirmeden önce bir teşhis koyması için nitel bir araç olarak kabul edilir. Histogram üzerinden değişken dağılımını en iyi şekilde temsil etmek için, çalışılan değişken ve veri toplama koşullarının doğruluğu hakkında yeterli bilgiye sahip olmak gerekir (Fix ve Hodges, 1951).

Histogram, proses stabilizasyonuna yardımcı olur ve özellikle kalitede bir üretim prosesi sırasında veri elde edildiğinde kullanılır. İlk olarak, büyük veri kümelerini grafiksel olarak özetlemek ve ardından ölçümleri spesifikasyonlarla karşılaştırmak için kullanılır. Son olarak, etkili karar vermeye yol açar. Bu nedenle, yapımı için gerekli adımları göz önünde bulundurmak gerekir.

Histogramın yapısında, aralıklarla gruplandırılmış ölçümlerin büyük veri setini özetlediği değerin ölçeğini gösteren yatay eksen (x) ve gruplandırılmış ölçümler başına frekansı gösteren dikey eksen (Y) bulunmaktadır. Histogramdaki çubukların uzunluğu ilgilenilen olayın meydana gelme sayısını, genişliği ise değişkenin temsil ettiği aralığı verir.

Histogram, spesifikasyonlar ile onların meydana gelme sayısını göstermek için kullanılmaktadır. Ayrıca hata ve tutarsızlıklarla ilgili düzensizlikleri araştırmak için de kullanılır (Çolak, 2007: 9). Bu nedenle, örnekleri kalite kontrolünde en çok kullanılan modellerin çeşitli histogram türleri aşağıdaki gibi gösterilebilir (Evans ve Lindsay, 2002: 258; Ozeki ve Asaka, 1996: 175-176).



**Şekil 3:** Histogram Çeşitleri

**Kaynak:** Tetsuichi Asaka, Kazuo Ozeki, 1996, Handbook of Quality Tools: The Japanese Approach (Productivity's Shopfloor), Productivity Press; 1<sup>st</sup> edition (1 Jun. 1996).

Şekil 3'te kalite kontrolünde yaygın olarak kullanılan bazı histogram modelleri gösterilmektedir. Normal histogram da denilen Şekil (a) en çok kullanılanlardan birisidir. Bu durumda, en yüksek frekans merkezde olup yanlara doğru gittikçe frekanslar azalmaktadır. Şekil (b) çift tepe histogramıdır. Veriler farklı malzemelerden geldiğinde karşılaşılan bir diyagram çeşididir. Şekil (c) 'de "raf ve tutam" histogramı vardır. Bu genellikle çok sayıda çan şeklindeki sürecin farklı merkezi aralıklarından gelen verilerin

bir birleşimdir. Şekil (ç), bir yönde azalan dağılımı gösteren uçurum histogramıdır. Bu dağılım, uygun olmayan öğelerin ortadan kaldırılmasından kaynaklanmaktadır. Son olarak şekil (d)'de izole ada histogramı bulunmaktadır. Bu histogram türü genellikle başka bir dağılımdan gelen veriler yanlışlıkla karıştırıldığında ortaya çıkmaktadır (Ozeki ve Asaka, 1996: 175-176).

### 2.3.5 Dağılım Diyagramı

Dağılım Diyagramı, aynı birey için ölçülen iki değişken arasındaki ilişkiyi görüntülemek ve analiz etmek için en çok kullanılan diyagramlardan birisidir (Moore ve Flinger, 2013). Bu diyagram sadece iki değişken arasındaki nedensel bağlantıyı kanıtlamak için değil aynı zamanda kanıtlamamak için de kullanılmaktadır (Montgomery, 2009).

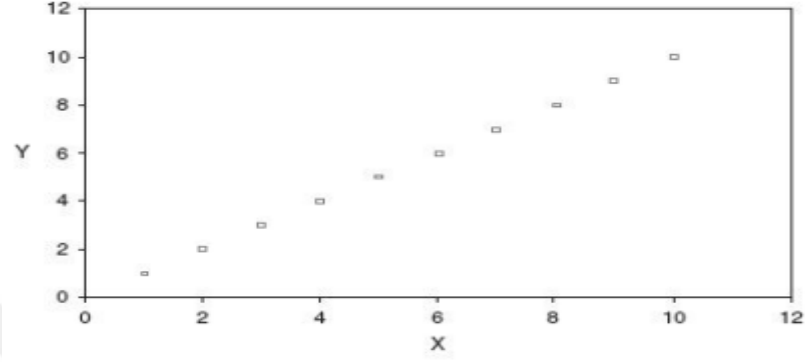
Dağılım diyagramının amacı tanımlanmış bir problemin sebep-sonuç ilişkisi teorisini incelemekle sınırlı değildir, aynı zamanda problemin kök sebeplerini aramaya da yardımcı olur. Ek olarak, kalite iyileştirme çabalarıyla ilgili kazanımları koruyan bir kontrol sisteminin kurulmasını sağlar. Dağılım diyagramı ölçülen değişkenler arasında bir korelasyonun varlığını tespit etmeye yarar. Burns ve Burns'e (2008: 349) göre korelasyon "değişkenler arasında derece cinsinden karşılaştırma ölçüsü" olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki aynı referansa göre, birkaç korelasyon türümüz vardır: Pozitif korelasyon, negatif korelasyon ve korelasyon olmaması.

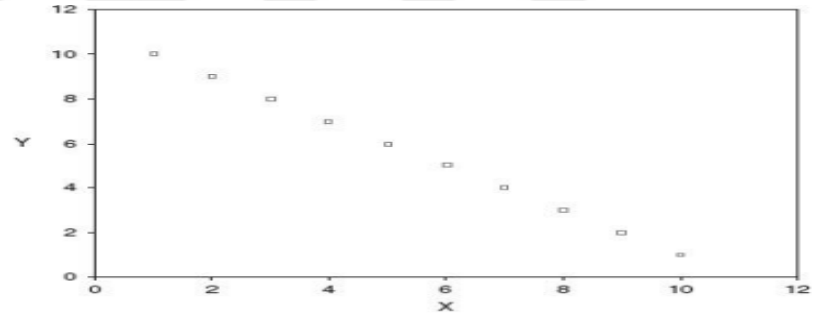
Bir değişkende görülen artış (veya azalış) diğer değişkenin artması (veya azalması) ile beraber gerçekleştiğinde korelasyon pozitif olmaktadır. Bir değişkenin değeri arttığında (veya azaldığında), diğeri de azalırsa (veya artarsa) korelasyon negatiftir. Son olarak, sıfır korelasyon değişkenler arasındaki herhangi bir ilişkinin olmaması durumudur. Korelasyon değerleri +1 ve -1 arasında değişir. +1 mükemmel pozitif korelasyonu, -1 ise mükemmel negatif korelasyonu ifade eder. Korelasyon değeri 0'a doğru yaklaştıkça iki değişken arası ilişki zayıflar. Korelasyonun 0 olması ilişkinin olmadığı anlamına gelmektedir (Burns ve Burns, 2008: 349).

Korelasyonla çok yakından ilişkili bir kavram ise belirlilik katsayısıdır Belirlilik katsayısı ( $r^2$ ) ile gösterilir ve bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişken tarafından açıklandığını gösterir (Burns ve Burns, 2008).

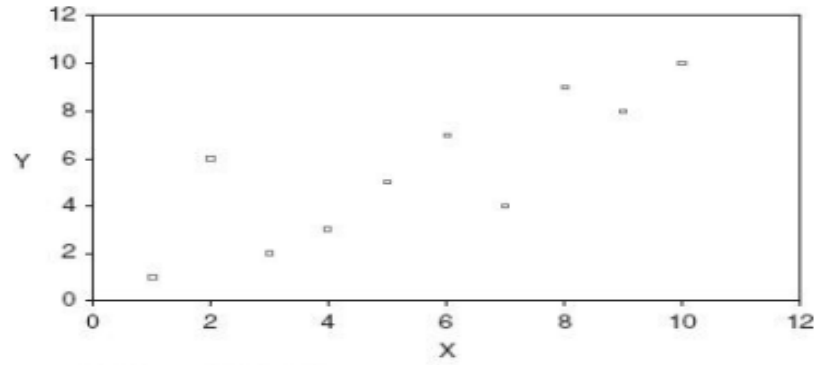
Dağılım diyagramı, dağılımın yönü ve gücü hakkında bilgi verir. Ayrıca, bağımsız değişkenin değerleri yatay ekseninde (x) ve bağımlı değişkenin değerleri ise dikey ekseninde (y) görünür ve her bir veri kombinasyonu (x,y) grafikte bir noktayla temsil edilir (Moore ve Flinger, 2013).



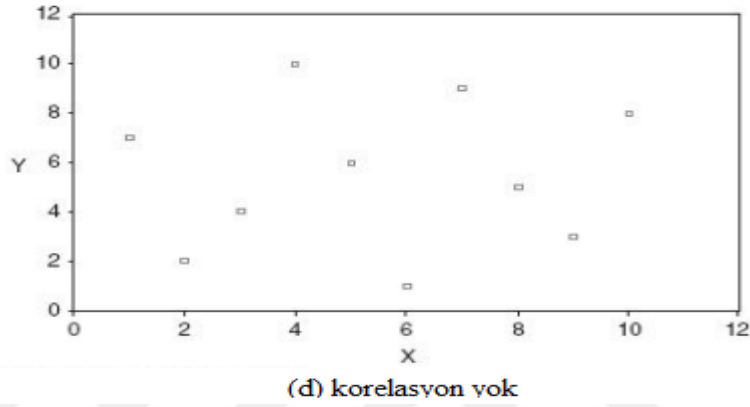
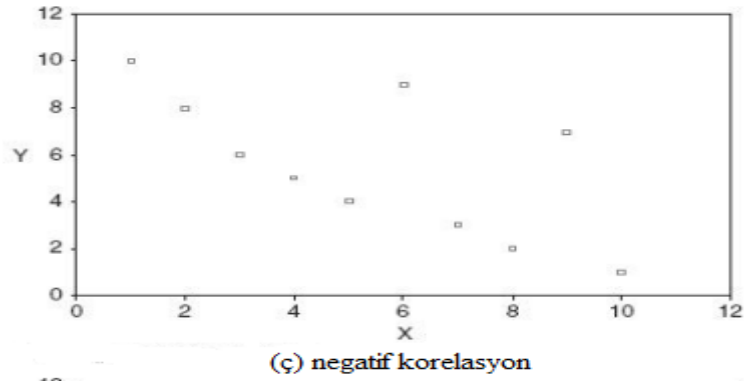
(a) mükemmel pozitif korelasyon



(b) mükemmel negatif korelasyon



(c) pozitif korelasyon



**Şekil 4:** Çeşitli Serpilme Diyagramı

**Kaynak:** Robert B. Burns ve Richard A. Burns, (2008), *Business Research Methods and Statistics Using SPSS*, SAGE Publications Ltd; 1<sup>st</sup> edition (20 Nov. 2008).

Şekil (a) ve (c)'de, (x) değişkeninin artışına bağlı olarak (y) değişkeninde bir artış görülmektedir. Ancak, Şekil (a)'da mükemmel bir pozitif korelasyon vardır ve bu da (y) değişkeninin (x) değişkeni tarafından tamamen kontrol edildiği anlamına gelmektedir. Diğer yandan, Şekil (c)'de ise (y) değişkeninin (x) tarafından tamamen kontrol edilemediği bir durum bulunmaktadır.

Şekil (b) ve (ç)'de ise (x) değişkenindeki bir artış (y)'de bir azalmaya neden olmaktadır. Şekil (b)'de mükemmel negatif bir korelasyon, Şekil (ç)'de ise negatif bir korelasyon bulunmaktadır. Son olarak, şekil (d)'de ilişki olmadığı için korelasyon da yoktur.

Özet olarak, özellikle belirli bir homojenliğe sahip veri setleri ile karşılaşıldığında istatistiksel kalite kontrolü, sıklıkla tasviri istatistik kullanmaktadır (Bickel ve Lehmann, 1975: 1038-1044). Ek olarak, istatistiksel kalite kontrolünü iki ana kategoriye ayırmak mümkündür. Bunlardan ilki ürün kontrolü için kullanılan araçlar (muayenesiz kabul, %100 muayene, kabul örnekleme), ikincisi ise süreç istikrarının sağlanması için

kullanılan ve yedi kalite aracı olarak da bilinen araçlardır. (Montgomery, 2009 ve diğerleri). Bununla birlikte, mevcut pazarın karmaşıklığı ve müşterilerin artan istekleri göz önüne alındığında, daha etkili bir sürekli gelişim süreci için yeni kalite araçlarının geliştirildiği de görülmektedir (Anders Gustafsson, 1997: 8: 2-3, 167-172).

### **2.3.6 Hata Yoğunluk Diyagramı (Gruplandırma)**

Gruplandırma, verinin değişkenlik kaynaklarına göre gruplara ayrılarak kaydedilmesi ve işlenmesi olarak tarif edilebildiği gibi, kategorilere ve özelliklere göre bilgilerin sınıflandırılması süreci olarak da tarif edilebilir. Gruplandırma, sorunların tümüne bakmak yerine, onları alt kümelerle ayırarak daha küçük olan bu kümelerde problemlerin nedenlerini araştırmaya çalışmak olarak da tanımlanabilir.

Hata yoğunluk diyagramı, mamul maddeyi çeşitli açılardan gösteren bir resimdir. Mamulün görünen kısımlarına ait resimlerini ihtiva eden bu diyagramın üzerinde hataların tipleri işaretlenir. Her bir ürünün tek tek muayenesi sonucunda kusurların nerelerde yoğunlaştığı gözlenir ve bu kusurlar diyagramlarda ilgili yerlere işaretlenir. Hata çeşitleri kategorilere ayrılarak her bir hata farklı renkte, sembolde veya desende gösterilebilir. Böylece mamulün neresinde veya hangi bölgelerinde ne tür kusurların yoğunlaştığı belirlenerek üretim prosesinde bunların önlenmesine yönelik tedbirler alınabilir.

Hata yoğunluk diyagramı kullanmadan önce, önemli amaçları belirlenmektedir., .şu amaçlar, şöyle özetlenebilir.

- Problemlerin çözümü için yardımcı bir yöntemdir ve çözüm sürecine yardım eder, sorunları çözmez.
- Gruplandırma, problemlerin kaynaklarının belirlenmesinde etkili bir metottur.
- Gruplandırma veri toplama, örnekleme, pareto, histogram, neden-sonuç, dağılım diyagramı ve kontrol kartları gibi istatistiksel metotlarla kullanılabilir ve sonuca ulaşmada yardımcıdır.
- Veriler değişik şekillerde gruplandırılabilir. Örneğin, makineler, vardiya, günler, çalışanlar, hata türlerine vb.

## 2.4 İstatistiksel Proses Kontrol Grafikleri

İstatistiksel süreç kontrolü, üretim ve hizmet sürecinde değişkenliğin değerlendirilmesini ve analizini kolaylaştıran istatistiksel tekniklerin uygulanması olarak tanımlanabilir. İstatistiksel süreç kontrolü, amacı kaliteli ürün ve hizmetle sonuçlanan süreç istikrarını sağlamak olan ve “yedi muhteşem” olarak adlandırılan ve bir önceki kısımda tartışılan araçlar ile ilgilidir (Juran, 1988: 24.2). Bu bölüm bir öncekinin devamı niteliğindedir ve değişkenliği azaltmada anahtar araç olarak kontrol grafiklerini tartışmaktadır.

### Tanımsal yaklaşım

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1920'lerin ortalarında Walter A. Shewhart tarafından Bell telefon şirketinin laboratuvarlarında kontrol çizelgeleri oluşturulmuştur. Bu çizelgeler kanıtlanmış etkinlikleri sayesinde uzun süredir kullanılmaktadırlar. Şirket, yetersiz kontrol operasyonları nedeniyle telefon ekipmanlarının üretiminde kaliteli ürünler sunmakta zorlanırken, Shewhart ve ortakları kontrol çizelgeleri de dâhil olmak üzere yeni ve daha verimli teknikler oluşturma görevini üstlenmiştir (Shewhart, 1931). Tanım olarak, kontrol çizelgeleri "bir sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını değerlendirmenin grafiksel bir yöntemi" olup kalite karakteristiklerinin örneklemeler yoluyla kronolojik bir sıraya göre çalışılması anlamına da gelmektedir (Feigenbaum, 1991: 396).

### Kontrol Grafiklerinin Felsefesi

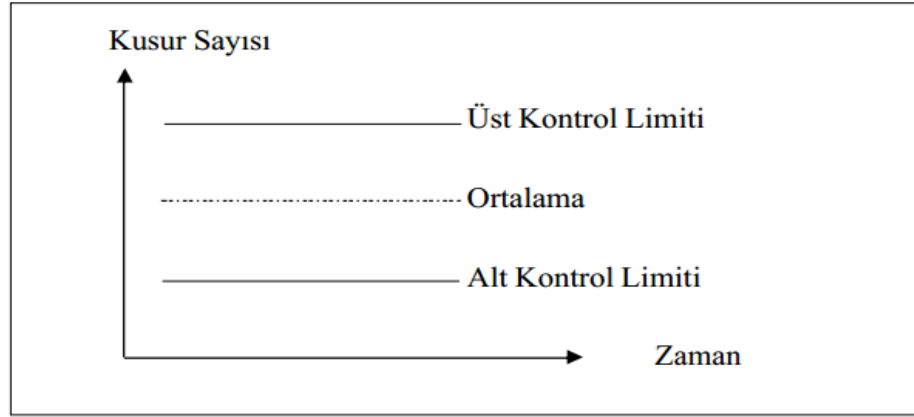
Müşteri gereksinimlerini karşılayan kaliteli sonuç, tüm paydaşların, tüm aktörlerin ve her türlü sektördeki uygulayıcıların taahhüdünü gerektirmektedir. Bunu başarmak için, uygun araçlar ve istatistiksel tekniklerle donanmış kontrol gerektiren süreçlerin kararlılığına özel bir önem verilmektedir. Bununla birlikte, her bir işlemde değişkenlikte artışa yol açan belirli bir kararsızlığın olduğu bilinir. Kararsızlığın sebepleri arasında, ayarı bozuk makineler, operatör hataları ve hatalı ham maddeler sayılabilir (Montgomery, 2009).

Bu istikrarsızlığa sebep olan iki temel neden vardır: genel ve özel neden. Her sürecin bir miktar değişkenlik gösterdiği unutulmamalıdır. Genel nedenler üretim faktörlerinin birkaçının sebep olduğu nedendir. Öte yandan, genellikle süreksiz olarak kabul edilen ve

bir faktöre atfedilen nedenler de vardır, bunların varlığı süreçte bir işlev bozukluğu olduğu anlamına gelmektedir (Juran, 1998: 24,2). Bunlara ise özel nedenler adı verilir. Sürecin durumunun belirtilen iki nedene bağlı olduğunu belirten A. Shewhart, her bir kalite özelliğinin varyasyonunun istatistiksel yöntemlerle kontrol edilebileceğini düşünmekteydi. A. Shewhart daha sonra süreçleri daha iyi kontrol etmek ve izlemek için kontrol çizelgelerini geliştirmiştir. Kontrol şeması, üç kontrol limitine dayanan bir grafikdir. Bunlar genel olarak çalışılan karakteristiğin ortalamasını temsil eden merkezi değer (MS), üst kontrol limiti (ÜKL) ve alt kontrol limiti (AKL) şeklinde sıralanır. Bunlar süreçten toplanan verilerle elde edilirler ve süreçteki herhangi bir gözlem değerinin bu limitler dışına çıkması sürecin kontrol dışına çıktığına işaret eder.

Kontrol çizelgelerinin oluşturulması belirli bir sayıda aşama gerektirmektedir. Bu adımların açıklamaları kontrol grafiklerinin doğasına (nitel veya değişken) bağlıdır ve yazardan yazara değişebilmektedir (Feigenbaum, 1991: 410-415, 437-439). Bu adımlardan inşa edilen üst ve alt limitler, merkeze  $\pm 3\sigma$  mesafesinde olup normal dağılıma sahiptirler. Merkezden  $\pm 3\sigma$  uzaklıktaki alan normal dağılım gereği tüm gözlemlerin %99,73'ünü oluşturmaktadır. Buradan normal dağılım göstermiş bir sürecin gözlem değerlerinin çoğu zaman kontrol sınırları içinde olacağı varsayılmaktadır. Bu nedenle, kontrol sınırları içinde çalışan bir grafik, sürecin istatistiksel kontrol durumunda olduğu genel nedenlerin varlığını göstermektedir. Öte yandan, eğer kontrol sınırlarının dışına çıkılmışsa muhtemelen özel nedenler vardır ve işlem kontrol dışı kabul edilmektedir ([www.PHDcenter.com](http://www.PHDcenter.com), 10 Aralık 2018).

Kontrol çizelgeleri ölçüm, gözlem veya deney ile elde edilen verilerin grafiksel bir gösterimidir. Kontrol grafik örneği ve bu grafiklerin temel özellikleri aşağıdaki kısımlarda verilmiştir (Şimşek, 2007).



**Şekil 5:** Kontrol Diyagramı

**Kaynak:** Şimşek Hasan. (2007), Toplam Kalite Yönetimi, 1. Basım, Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yatay ve dikey eksenler sırasıyla numune numarasını ve numune kalitesi ile ilgili özelliği (boy, ağırlık, süre vs.) göstermektedir. Grafik içerisindeki noktalar her bir numune için ölçülen değerleri temsil eder.

Genel olarak kontrol grafiklerinin yapısı Şekil 5'te gösterilmektedir. Daha önce açıklandığı gibi, bir grafikte merkez çizgi, üst kontrol limiti (ÜKL) ve alt kontrol limiti (AKL) bulunmaktadır. Merkez çizgi, kontrol edilen kalite karakteristiğinin ortalamasını temsil eder. Kontrol limitleri arasındaki değişkenlik genel nedenlerden kaynaklanmaktadır ve düzeltici işlem gerekli değildir. Eğer bu değişkenlik kontrol limitlerinin dışındaysa süreçte özel nedenlerin var olması muhtemeldir. Bu amaçla düzeltici faaliyetler gerekli olacaktır (Şimşek, 2007: 228).

Kontrol limitleri, sürecin durumunu daha iyi kontrol edebilmek için genellikle spesifikasyon limitleriyle desteklenmektedir. Bu durum genellikle süreç yeterliliği ile yakından ilgilidir ve sürecin kendisini çoklu istatistiksel hesaplamaları içeren tolerans sınırları dâhilinde tutma becerisini temsil etmektedir (Ledolter ve Burrill, 1999: 369-376). Spesifikasyon limitleri, üretimin önceden belirlenmiş spesifikasyonlara uygun olup olmadığını belirlemeye yardımcı olmaktadır. Süreç spesifikasyon dışında olduğunda, her ne kadar istatistiksel olarak kontrol altında olsa da standartlara uygun çıktılar sunma yeteneği düşük kalmaktadır (Griffith, 1999).

### **Rasyonel alt gruplar**

Alt grup, aynı şartlarda, aynı kalite özelliklerine sahip ürünlerden oluşmaktadır. Burada amaç varlıklarını en aza indirmek için özel nedenleri bölmektir. Ancak, alt grupların

veya numunenin büyüklüğünün hesaplanacak kontrol grafikleri tipine ve kullanılan tekniğe bağlı olduğu unutulmamalıdır (Juran ve De Feo, 2010: 576).

### **Kontrol çizelgelerinin amacı ve işlevi**

Kontrol çizelgeleri, çalışılacak kalite özelliğinin davranışını gösteren kılavuzlar sunmaktadır. İşlevleri, sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığını belirlemek ve amaçları ise sürecin değişkenliğini azaltmaktır. Bununla birlikte hem bir sürecin kontrol altında olabileceği ve hem de onu olumsuz etkileyecek negatifliklerin bulunabileceği unutulmamalıdır.

#### **2.4.1 Kontrol Grafiklerinin Faydaları**

İlk defa ABD’de geliştirilen kontrol çizelgeleri, endüstrilere sağladığı faydalar nedeniyle başka ülkelerde de kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, rekabet için verimli ve faydalı bir araç olarak kabul edilmektedirler. Bu yüzden, Montgomery (2009: 189) gibi bazı yazarlar popülerliklerinin nedenleri olan ve aşağıda kısaca açıklanan avantajlarının altını çizmektedir.

- **Verimlilik geliştirme:** Verimlilik, üretim çıktılarının bu çıktıları kullanmak için kullanılan girdilere oranı olarak tanımlanmaktadır ve tüm şirketler için ulaşılması gereken hedeflerden birisidir. Bunu başarmak için, bazı şirketler kontrol kartlarını kullanarak süreçlerini daha iyi kontrol etmek suretiyle yeniden yapma ve hurda gibi maliyetleri minimize ederler.
- **Hataların önlenmesi:** Herhangi bir süreçte masraflı değişikliklerden kaçınmanın en iyi yolu onu ilk seferinde doğru yapmaktır. Bu mantığı takip ederek kontrol grafikleri sadece uygun olmayan çıktılardan kaçınmaya yardımcı olmakla kalmaz ama aynı zamanda işlem için ayrılan maliyeti azaltmaya da yardımcı olurlar.
- **Gereksiz süreç ayarlamalarının önlenmesi:** Genel ve özel nedenler süreçlerdeki değişkenliğin sebepleridir. Bu nedenlerin çeşidinin tespiti, bir düzenlemenin ne zaman yapılması gerektiğini belirten kontrol grafiklerinin bilgisini ve kullanımını gerektirir. Bu da süreç performansını olumsuz yönde etkileyebilecek gereksiz müdahaleleri önlemektedir.
- **Süreç yeteneği bilgisi:** Kontrol grafikleri, süreç için faydalı olan süreç yeteneği bilgisi gibi bazı önemli parametreler hakkında bilgi sahibi olmayı sağlamaktadır.

Süreç yeteneği sürecin spesifikasyon limitleri arasında kalarak müşterilerin ihtiyaçlarını karşılayan çıktıları garanti etme yeteneğidir.

- **Teşhis bilgilerinin sağlanması:** Kontrol grafikleri bizi sürecin durumu hakkında bilgilendirir. İstatistiksel kontrol altında olmayan bir süreç, kontrol sınırları dışına düşen bir veya daha fazla gözlem değeri ile açıkça ortaya çıkar. Bununla birlikte, kontrol sınırları dışında hiçbir noktaya sahip olunmamakla birlikte ve verilenin istikrarsız dağılımı nedeniyle süreç kontrol dışına çıkabilmektedir. Bu durum kontrol grafikleri ile tespit edilebilir ve burada kontrol grafiklerinin rolü önemlidir çünkü grafikler süreç iyileştirme için zamanında gerekli düzeltici eylemleri yapmamızı sağlar.

Kontrol grafiklerinin faydaları elbette yukarıdakilerle sınırlı kalmamakta ve hatta ötesine geçmektedir, çünkü kontrol çizelgeleri sadece şirketlerin iç çevresi üzerinde değil aynı zamanda dış ortamları üzerinde de bir etkiye sahiptir. Kontrol kartlarının müşterilerin istedikleri ürün ve hizmetlerin üretilmesine katkı sağlayarak firmanın rekabetçiliğine ciddi katkılar sağlamaktadır.

#### 2.4.2 Kontrol Grafiklerinin Sınıflandırılması

Kontrol grafiklerini iki ana kategoriye ayırmak mümkündür. Bunlardan birisi değişkenler için diğeri ise nitelikler için oluşturulan grafiklerdir. Bir yandan değişken kontrol grafikleri için ölçülebilir veriler kullanılmakta, diğer yandan da niteliksel kontrol grafikleri için sayılabilir veriler kullanılmaktadır. Endüstride kontrol grafiklerinin popülaritesinin nedeni, şirketlere sağladıkları faydalardan kaynaklanmaktadır, bu nedenle bu faydalardan bazıları bir sonraki bölümde ele alınacaktır (Pyzdek, 2003: 393).

İki tür kontrol çizelgesini oluşturmak ve kullanmak için Feigenbaum (1991: 399-401), sunulmaları gereken iki ana koşulu birbirinden ayırmaktadır. Birinci koşula göre merkezi, alt ve üst limitlerin olmadığı ve uygulayıcılar tarafından gerekli formüller kullanılarak hazırlanan grafikleri tanımlar. Diğer ise önceden limitlerin belli olduğu ve bu limitlerin üretimde süreç kontrolünü sağlamak için kullanıldıkları durumu ifade eder. Firmalar bu limitleri keyfi bir şekilde belirleyip sonra da ortaya çıkan gelişmelere göre güncelleyebilirler.

#### 2.4.2.1 Nicel Değişkenler için Kontrol Grafikleri

Nicel değerler için kontrol çizelgeleri, sadece sayısal olarak ifade edilen ve kalite karakteristiği ölçülebilen değişkenler için kullanılırlar (uzunluk, genişlik, derinlik gibi). Bu kontrol çizelgeleri, değişkenlerinin ölçülebilir niteliklerinden ötürü nicel olarak da adlandırılır.  $(\bar{X}-R)$ ,  $(\bar{X}-s)$ ,  $(\bar{X}-R)$  ve  $(I-MR)$  kontrol grafikleri bunlardan bazılarıdır ([www.PHDcenter.com](http://www.PHDcenter.com), 10 Aralık 2019).

##### 2.4.2.1.1 Ortanca ve Değişim Aralığı Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}$ & $R$ )

Ortanca ve Değişim Aralığı Kontrol Şeması iki ana özelliğe dayanmaktadır. Merkezi eğilimin değeri ortanca tarafından ve değişkenlik ise değişim aralığı tarafından ölçülmektedir.

Kontrol limitlerinin hesaplanması, ortanca ve alt grupların genel ortancasının hesaplamasını gerektirir. Genel ortanca alt gruplara ait ortanca değerlerinin alt grup sayısına bölünmesiyle bulunur. Bundan başka değişim aralığı ve genel değişim aralığı da hesaplanmalıdır. Genel değişim aralığı alt grupların değişim aralıkları toplamının alt grup sayısına bölünmesiyle bulunur. Tablo 4'te ortanca ve değişim aralığı kontrol limitlerinin hesaplaması sadece limitlerin önceden belli olmadığı durumlar için gösterilmektedir.

**Tablo 3**

**Ortanca ve Değişim Aralığı Kontrol Limitlerinin Hesaplanması ( $\bar{X}$ & $R$ )**

| Kontrol grafiği                        | Örneklem (n) büyüklüğü            | Durum tipi          | Kontrol özellikleri                                  | Kontrol özellikleri |                                                                                                            |
|----------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                   |                     |                                                      | Merkez çizgisi      | Kontrol limitleri                                                                                          |
| Medyan ve genişlik ( $\bar{X}$ & $R$ ) | Küçük Genellikle 3 ilâ 5 arasında | Standart verilmemiş | $(\bar{X})$ örnek ortancalarındaki değişkenlik       | $(\bar{X})$         | $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \bar{A}_2 \bar{R}$<br>$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - \bar{A}_2 \bar{R}$ |
|                                        |                                   |                     | $(R)$ örneklerin değişim aralıklarındaki değişkenlik | $(\bar{R})$         | $UCL_R = D_4 \bar{R}$<br>$LCL_R = D_3 \bar{R}$                                                             |

##### 2.4.2.1.2 Ortalama ve Standart Sapma Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}-s$ )

Nicel değerler için oluşturulan birçok grafikte olduğu gibi ortalama ve standart sapma kontrol grafikleri bir yandan sürecin ortalama kalite seviyesini diğer yandan da standart sapma ile kalite karakteristiğinin değişkenliğini ölçer. Çoğu kez ortalama ve değişim aralığı grafiklerine benzemekle birlikte örneklem büyüklüğünün oldukça büyük olduğu kritik süreçleri izlemek için kullanılırlar (Pyzdek, 2003: 398).

Üst ve alt limit hesaplamaları, kontrol çizelgesi niteliği ile belirlenen örnekleme frekansını ve örnek veya alt grup büyüklüğünü dikkate alır. Örneklem ortalamasını ve tüm örneklem ortalamalarının ortalaması olan genel ortalamayı hesaplamak da burada önemlidir. Ayrıca tüm alt grup standart sapmalarının toplamına eşit olan genel standart sapma ve alt grup standart sapmaları da hesaplanır.

Bu kontrol çizelgesinin tabi tutulabileceği iki koşul altında kontrol limitlerinin hesaplanmasını inceleyelim (Feigenbaum, 1991: 407).

**Tablo 4**

**Ortalama ve Standart Sapma Kontrol Limitlerinin Hesaplanması ( $\bar{X}$ -s)**

| Kontrol grafiği                            | Örneklem (n) büyüklüğü | Durum tipi          | Kontrollü özellikler                            | Kontrol özellikleri |                                                                                              |
|--------------------------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            |                        |                     |                                                 | Merkez çizgisi      | Kontrol limitleri                                                                            |
| Ortalama ve standart sapma ( $\bar{X}$ &S) | Genellikle > 10        | Standart verilmemiş | ( $\bar{X}$ )- örnek ortalamasının değişkenliği | ( $\bar{\bar{X}}$ ) | $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$<br>$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$ |
|                                            |                        |                     | (S)- örnek standart sapma değişkenliği          | ( $\bar{S}$ )       | $UCL_S = B_4\bar{S}$<br>$LCL_S = B_3\bar{S}$                                                 |
|                                            |                        | Standart verilmiş   | ( $\bar{X}$ )- örnek ortalamasının değişkenliği | $\bar{X}_0$         | $UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0$<br>$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0$           |
|                                            |                        |                     | (S)- örnek standart sapmasının değişkenliği     | $S_0$               | $UCL_S = B_6\sigma_0$<br>$LCL_S = B_5\sigma_0$                                               |

Tablo 3'te kontrol sınırlarının önceden belirlendiği – standardın var olduğu – ve önceden belirlenmediği – standardın var olmadığı – iki farklı duruma göre ortalama standart sapma kontrol limitlerinin hesaplanması gösterilmektedir.

**2.4.2.1.3 Bireysel Gözlem Değerleri ve Hareketli Aralık Kontrol Grafikleri (I-MR)**

Bazı firmaların üretim süreçlerinin yavaşlığı ve otomatik muayene ve ölçüm teknolojileri kullanmaları, örneklem veya alt gruplar için kontrol grafikleri kullanamamalarına neden olduğundan bireysel gözlem değerli kontrol grafiklerini kullanmaları zorunlu hale gelmektedir. (Montgomery, 1997: 221-222).

Sürecin durumunu anlamak için kontrol şemasının tasarımı birim veya bireysel ölçülere dayalı olacak olup iki temel ölçü kontrol edilecektir. Bir yanda bireysel gözlemlerin değişkenliğini ölçmek için kullanılan ve bir merkezi eğilim ölçüsü olan ortalama diğer yandan ise bireysel gözlemler arası yayılımı ölçmek için kullanılan değişim aralığı bulunmaktadır (Feigenbaum, 1991: 428-429).

Kontrol limitleri hesaplaması, ortalamaların ve değişim aralıklarının hesaplanmasını dikkate alır. Değişim aralığının hesaplaması bir önceki bölümde verilen ortalama ve genişlik kontrol grafiklerine benzer ve genellikle sadece verilen bir standardın olmaması durumunda geçerli olur.

**Tablo 5**  
**(I-MR) Kontrol Limitlerinin Hesaplanması**

| Kontrol grafiği                                               | Örneklem (n) büyüklüğü | Durum tipi          | Kontrollü özellikler                                   | Kontrol özellikleri |                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |                        |                     |                                                        | Merkez çizgisi      | Kontrol limitleri                                                                              |
| Bireysel Gözlem Değerleri ve Hareketli Değişim Aralığı (I-MR) | 1                      | Standart Verilmemiş | ( $\bar{X}$ )Bireysel gözlemlerdeki değişkenlik        | ( $\bar{\bar{X}}$ ) | $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + E_2 \bar{R}$<br>$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - E_2 \bar{R}$ |
|                                                               |                        |                     | ( $\bar{R}$ )Bireysel gözlemler arasındaki değişkenlik | ( $\bar{\bar{R}}$ ) | $UCL_R = D_4 \bar{R}$<br>$LCL_R = D_3 \bar{R}$                                                 |

Tablo 5’te, standardın verilmediği durumda bireysel gözlem ve hareketli değişim aralığı kontrol limitlerinin hesaplanması verilmektedir.

#### 2.4.2.1.4 Ortalama ve Değişim Aralığı Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}$ & $\bar{R}$ )

$\bar{X}$  Bar ve değişim aralığı kontrol grafikleri pratik ve etkin olmaları nedeniyle en çok kullanılanlar arasındadır. Süreç durumunu kontrol etmek için iki temel ölçüyle birlikte kullanılırlar. Ortalama kalite seviyesi (süreç ortalaması) X-bar grafik ile, süreç değişkenliği ise değişim aralığı grafiği ile izlenmektedir.

Kontrol grafiklerini oluşturmak için bu alanda çalışan kişilere göre de farklılıklar gösteren bazı adımların izlenmesi gerekir. Bu adımların takip edilmesi etkili bir sonucu garanti edebilir. Adımlar aşağıdaki gibidir (Eugene L. Grand, Richard S. Leavenworth, 1988: 38-67).

**1. Hazırlık kararları:** Kararlar öncelikle net bir şekilde tanımlanmış hedeflerin ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin belirlenmesine dayanır. Bunu başarmak için, doğru bir değişken seçimi zorunludur. Bu değişkenler daha sonra atanabilir nedenlerin varlığını en aza indirmek için alt gruplara ayrılır. Alt grupların büyüklüğü hesaplanacak grafiğin çeşidine bağlıdır. Veri kaydı eldeki formlardan yapılır ve ne tür bir ölçüm yönteminin seçileceği firmaların tercihine bırakılır.

**2. Kontrol grafiklerinin yapımının başlaması:** Kontrol çizelgelerinin yapımı, kontrol edilen kalite özelliklerinin ortalama ve değişim aralıklarının hesaplanmasını gerektirir.

Grafik iki temel parametreyi kontrol etmektedir. Bir yandan, her bir alt grubun ( $\bar{X}$ ) ile gösterilen ortalama değeridir. Ortalama bir serideki gözlem değerlerinin toplamının gözlem sayısına bölümü ile elde edilir (Burns ve Burns, 2008: 140). Öte yandan, grafiğin merkez çizgisini de temsil eden genel ortalama ( $\bar{\bar{X}}$ ) alt grupların ortalamaları toplamının gözlem sayısına bölümü ile elde edilir. Bununla ilgili formüller aşağıdaki gibidir.

$$\bar{X}_i = \sum_{j=i}^n \frac{X_{ij}}{n} \quad \bar{\bar{X}} = \sum_{i=1}^k \frac{\bar{X}_i}{k}$$

(n) alt grup ve (k) alt grup sayısını temsil eder.

Değişim aralığı grafiği için, (R) ile gösterilen değişim aralığı bir dağılımın en yüksek ve en düşük değeri arasındaki farktır. (R-bar) ile gösterilen genel değişim aralığı tüm aralıkların toplamının örnek sayısına bölümü ile elde edilir. Bu formüller aşağıdaki gibi verilebilirler.

$$R_i = X_{i \max} - X_{i \min} \quad \bar{R} = \sum_{i=1}^k \frac{R_i}{k}$$

**3. Kontrol limitlerinin belirlenmesi:** ( $\bar{X}$ &R) kontrol limitlerinin hesaplanması için gerekli alt grup sayısı için önceden karar verilmesini gerektirir. Ölçülebilir değişkenin daha iyi temsili için genellikle yirmi beş (25) alt grup önerilmektedir.

Feigenbaum'a göre (1991: 407) yapılan bu hesaplama standardın verildiği ve verilmediği durum olmak üzere iki farklı koşulu dikkate almaktadır. Bu koşullar için gerekli formüller Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6**

**Ortalama ve Değişim Aralığı Kontrol Limitlerinin Hesaplanması ( $\bar{X}$ -R)**

| Kontrol grafiği                              | Örnekleme (n) büyüklüğü           | Durum tipi          | Kontrollü özellikler                             | Kontrol özellikleri           |                                                                                                |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                                   |                     |                                                  | Merkez çizgisi                | Kontrol limitleri                                                                              |
| Ortalama ve aralık genişliği ( $\bar{X}$ &R) | Küçük Normalde <10 Genellikle 3-5 | Standart verilmemiş | ( $\bar{X}$ ) örnek ortalamasının değişkenliği   | ( $\bar{\bar{X}}$ )           | $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$<br>$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$ |
|                                              |                                   |                     | (R) örnek aralığının değişkenliği                | ( $\bar{R}$ )                 | $UCL_R = D_4 \bar{R}$<br>$LCL_R = D_3 \bar{R}$                                                 |
|                                              |                                   | Standart verilmiş   | ( $\bar{X}_0$ ) örnek ortalamasının değişkenliği | $\bar{X}_0$                   | $UCL_{\bar{X}_0} = \bar{X}_0 + A \sigma_0$<br>$LCL_{\bar{X}_0} = \bar{X}_0 - A \sigma_0$       |
|                                              |                                   |                     | ( $R_0$ ) örnek aralığının değişkenliği          | $R_0$<br>(or $d_2 \sigma_0$ ) | $UCL_{R_0} = D_2 \sigma_0$<br>$LCL_{R_0} = D_1 \sigma_0$                                       |

Standartların verildiği durumlarda ( $A_2$ ,  $D_3$ ,  $D_4$ ,  $D_2$ , ve  $D_1$ ) merkezi limitin ve 3 sigma kontrol grafiklerinin limitlerinin hesaplanması için gerekli olan sabitlerdir. Bu sabitler Ek 1’de verilmiştir. ( $\bar{X}_0$ ) ve ( $R_0$ ) limitlerin hesaplanması için kabul edilen ortalama ve aralık değerleridir (Feigenbaum, 1991: 406).

**4. Grafiklerden sonuçlar elde etme:** Grafikler oluşturulduktan sonra tüm sonuçlar süreç durumuyla ilişkilendirilir. Kontrol dışı süreç, kontrol sınırları dışında en az bir nokta (gözlem değeri) bulunmasıyla tanımlanır ve bu duruma sebep olan bir nedenin varlığını yansıtır. Diğer taraftan istatistiksel kontrol altındaki bir süreçte tüm noktalar kontrol sınırları içerisinde kalır. Bununla birlikte, bu noktaların ortalamanın etrafında rastgele bir dağılım göstermesi gerekir aksi takdirde sürecin kontrol altında olmadığı gibi bir sonuç ortaya çıkabilir. Sonuçlar, bizi sürecin kontrol altında olmadığı durum ile spesifikasyon limitleri arasındaki ilişkiye götürebilir. Kontrol dışı bir sürecin herhangi bir gözlem değeri için düzeltici eylem planlanır (Montgomery, 2009: 186).

**5. Kontrol grafiklerinin sürekli kullanımı:** Kontrol çizelgesinin sürekli kullanımı, sürecin kontrol dışı olması durumunda sürekli bir revizyon veya limit değişikliklerini içermektedir. Revizyon, modifiye edilecek kontrol grafiklerini, spesifikasyon limitleri arasındaki ilişkiyi, sürecin ortalama ve aralık değerleri arasındaki ilişkiyi ve buna bağlı olarak ölçülen uygun düzeltici önlemleri dikkate almaktadır. Feigenbaum'a (1991: 59) göre, süreç için bu çözümler özel nedenlerin ortadan kaldırılması anlamına gelir. Kontrol çizelgeleri, aynı zamanda spesifikasyon limitlerine yönelik olarak hem süreç yeterliliğini belirlemek hem de süreç spesifikasyon limitlerinin karşılamadığı zamanlarda onları ayarlamak için sürekli olarak kullanılabilirler.

#### 2.4.2.2 Nitel Değişkenler için Kontrol Grafikleri

Kalite özelliğinin sayılabilir olduğu durumlarda nitel değişkenler için kontrol grafikleri kullanılabilir. Değişkenlere benzer şekilde onlar için de sürecin kontrol altında olup olmadığı kararı verilir. Bu durumda, bir parti içerisindeki hatalı öğelerin sayısı ve bir birimin içerdiği hata sayısı tespit edilip analize tabi tutulabilir (Montgomery, 1997: 250-251). İki gruba ayrılmış dört farklı tipte nitelik kontrol çizelgesini belirlenebilir. Bunlar, örnek özelliklere odaklanan (p), (np) grubu ve ürünlerin işlevsel özelliklerine yönelik (c) (u) grubudur.

Daha önce değişken kontrol grafikleri için de bahsedildiği gibi, niteliksel kontrol grafiklerinin uygulanması da uygulanabilecekleri duruma göre iki farklı koşula tabidir.

Bunlar proses sürekliğini sağlamak için belirli bir standardın verilmediği durum ile kalite özelliklerinin önceden belirlendiği standardın verildiği durumdur. Bu tip grafiklerde de yine ortalama ile ortalamadan  $\pm 3$  standart sapma uzaklıkta olan alt ve st kontrol limitleri bulunmaktadır (Pyzdek, 2003).

#### 2.4.2.2.1 (p) Hatalı Oranı Kontrol Grafikleri

Yaygın olarak p grafiği olarak adlandırılan hatalı oranı kontrol grafiği, uygun olmayan çıktının popülasyondaki toplam çıktı sayısına oranının kontrol altında olup olmadığını anlamak için kullanılır. Uygunsuzluk değeri genellikle ondalık veya yüzdelik sayı olarak ifade edilebilir. Bu grafikler oluştururken aşağıdaki adımların takip edilmesi gerekir (Eugene ve Leavenworth, 1988: 234-241).

**1. Hazırlık:** Bu adım kontrol limitlerinin ötesine düşen gözlem değerlerini tespit etme ve onların tespitinden sonra düzeltici önlemlerin alınmasını içeren kontrol şeması amaçlarını tespit etmede kullanılır. Kalite özelliği çalışmaya adapte edilmeli ve alt grup büyüklüğü sadece partiyi temsil etmemeli, aynı zamanda atanabilir nedenlerin varlığını da en aza indirmelidir. (Np) ve (p) kontrol grafikleri arasındaki seçim bu grafiği oluşturanın ilgisine bağlıdır.

**2. Kontrol grafiğini oluşturma:** Verileri kaydettikten sonra, hata oranı (p) hesaplanmalıdır. Hata oranı (p) bir alt gruptaki hatalı ürün/hizmet sayısının alt grup büyüklüğüne oranı olarak tanımlanmaktadır. Alt gruptaki hatalı madde sayısının alt grup büyüklüğüne oranıdır. Ortalama hata oranı ( $\bar{p}$ ) ise alt gruplardaki hatalar toplamının alt gruplardaki gözlem sayısı toplamına oranıdır. Bunlara ilişkin formüller aşağıda verilmiştir.

$$p = \frac{c}{n} \qquad \bar{p} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

Bu formüllerde (c) uygunsuz maddelerin sayısı (n) ise örneklem hacmidir.

**Tablo 7**

**Hatalı Oranı Kontrol Limitlerinin Hesaplaması (p)**

| Kontrol Grafiği                     | Durum tipi          | Kontrol özellikleri                         | Kontrol özellikleri |                                                                                                                      |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     |                     |                                             | Merkez çizgisi      | Kontrol limitleri                                                                                                    |
| Kusurlu Oran kontrol grafikleri (p) | Standart verilmemiş | $(\bar{p})$ uygunsuz oranlarının ortalaması | $(\bar{p})$         | $UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$<br>$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$ |
|                                     | Verilen standart    | $(p_0)$ uygunsuz oranı                      | $(p_0)$             | $UCL_{p_0} = p_0 + 3\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}$<br>$LCL_{p_0} = p_0 - 3\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}$                 |

Tablo 8’de, (p) grafiği için kontrol limitlerinin iki farklı koşul altında hesaplanması gösterilmektedir.

**3. Limitlerin sürekli olarak kullanılması.** Kontrol limitlerinin deneme amacıyla hesaplanmasından sonra bulunan değerlerin sürekli kullanılması tercih edilebilir. Bu değer süreç istikrarsızlığının sebebi olan nedenlerin varlığını test eder ve istenen kalite seviyesi konusunda bir bilgi verir. Alt ve üst kontrol limitleri daha önce anlatıldığı gibi ortalamadan  $\pm 3\sigma$  uzaklıktadır. Grafikte sınırlar ve gözlem değerlerini temsil eden noktalar çizildikten sonra sürecin durumu hakkında bir yorum yapılabilmektedir. Sürecin kontrol dışında olması özel bir nedenin varlığını gösterir ve limitler dışındaki noktaların varlığı ile kendini gösterir.

**4. Kontrol çizelgesine dayalı eylem:** Söz konusu eylemler atanabilir nedenlerin ortadan kaldırılmasıyla sürecin iyileştirilmesidir. Eugene L. Grant'e (1996) göre bu eylemler üst kontrol sınırının üzerindeki gözlemleri temsil eden noktalarla ilgili olanlar ve alt kontrol sınırının altındaki gözlemleri temsil eden noktalarla ilgili olanlar olmak üzere iki kategoride toplanabilir.

**2.4.2.2.2 (np) Hatalı Sayısı Kontrol Grafiği.**

Np grafiği bir önceki bölümde anlatılan grafikte olduğu gibi örnekleme özelliklerine uygulanır. (p) grafiğinden farklı olarak (np) belirli bir popülasyondaki hata sayısı ile ilgilidir (Montgomery, 1997: 264). Bazı yazarlara göre (p) kontrol çizelgesine benzer

olduğu için, limit yapıları yukarıda açıklanan adımlara uyar. Ortalama uygunsuzluk sayısı ( $n\bar{p}$ ) örneklerdeki hataların toplamının örnek sayısına ( $k$ ) bölümü ile elde edilir.

$$n\bar{p} = \frac{\sum np}{k}$$

**Tablo 8**

**Hatalı Sayısı kontrol limitlerinin hesaplanması ( $np$ )**

| Kontrol grafiği                    | Durum tipi          | Kontrol özellikleri                     | Kontrol özellikleri |                                                                                                            |
|------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                     |                                         | Merkez çizgisi      | Kontrol limitleri                                                                                          |
| (np) Hatalı sayısı kontrol grafiği | Standart verilmemiş | ( $n\bar{p}$ ) uygun olmayan ortalaması | ( $n\bar{p}$ )      | $UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$<br>$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$ |
|                                    | Standart verilmiş   | ( $np_0$ ) uygun olmayan sayısı         | ( $np_0$ )          | $UCL_{np_0} = np_0 + 3\sqrt{np_0(1-p_0)}$<br>$LCL_{np_0} = np_0 - 3\sqrt{np_0(1-p_0)}$                     |

Burada ( $np_0$ ) benimsemiş olan fraksiyonun standart değeridir.

**2.4.2.2.3 (c) Hata Sayısı Kontrol Grafiği**

(c) grafiği uygunsuzluklar için kontrol çizelgesi olup bir örneklemden alınan ürünün fonksiyonel özelliklerine odaklanır. Kazmiersky'ye göre (1995: 211) bu grafiği kullanma amacı birim başına uygun olmayan unsurları tespit etmektir ve bu birim teknik özelliklerle karşılaştırıldığında kabul edilemez olarak tanımlanmaktadır.

Örnek büyüklüğünü sabit tutarken, kontrol limitlerinin hesaplanması örnek başına hata sayılarının hesaplanması gibi bazı değerleri gerektirmektedir. Örnek başına uygunsuzluk ortalaması ( $\bar{c}$ ), uygunsuz birimlerin toplam sayısının örnek sayısına bölünmesi ile elde edilir (Kazmiersky, 1995: 205).

$$\bar{c} = \frac{\sum u}{k}$$

( $\bar{c}$ ) Örnek başına ortalama uygun olmayan ürün sayısı, ( $u$ ) uygun olmayan birim sayısı ve ( $k$ ) ise örneklem sayısını vermektedir.

Kontrol limitlerinin hesaplanmasına ilişkin formülleri grafiğin uygulanabileceği iki koşul altında inceleyelim.

**Tablo 9****Hatalı Sayısı kontrol limitlerinin hesaplanması (c)**

| Kontrol grafiği                 | Durum tipi          | Kontrol özellikleri                    | Kontrol özellikleri |                                                                            |
|---------------------------------|---------------------|----------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                     |                                        | Merkez çizgisi      | Kontrol limitleri                                                          |
| (c) Hata Sayısı Kontrol Grafiği | Standart verilmemiş | ( $\bar{c}$ ) uygun olmayan ortalaması | ( $\bar{c}$ )       | $UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$<br>$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$ |
|                                 | Standart verilmiş   | ( $c_0$ ) uygun olmayan sayısı         | ( $c_0$ )           | $UCL_{c_0} = c_0 + 3\sqrt{c_0}$<br>$LCL_{c_0} = c_0 - 3\sqrt{c_0}$         |

Buradaki ( $c_0$ ), birim başına uygun olmayan sayıdaki öğelerin standart değeridir.

**2.4.2.2.4 (u) Birim Başına Hata Sayısı Kontrol Grafiği.**

(u) grafiği birim başına ortalama hata sayısı için oluşturulan kontrol çizelgesidir. Bir birim içerisindeki hata sayısını belirlemek için kullanışlıdır. Birçok yönden (c) kontrol çizelgesine çok benzemekle birlikte örnek hacmi bakımından farklıdır (Kazmierski, 199: 211).

Merkezi çizginin ( $\bar{u}$ ) hesaplaması, kontrol limitlerinin hesaplamasındaki ilk adımdır. Bu merkez çizgisi, hata sayılarının toplamının örnek sayısına bölümü ile bulunur. Bu matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\bar{u} = \frac{\sum u}{k}$$

Burada ( $\sum u$ ) uygunsuzlukların toplamı, (k) ise örneklerin sayısını vermektedir.

**Tablo 10****Birim Başına Hata Sayısı Kontrol Limitlerinin Hesaplanması (u)**

| Kontrol grafiği                              | Durum tipi          | Kontrollü özellikler                    | Kontrol özellikleri |                                                                                                |
|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              |                     |                                         | Merkez çizgisi      | Kontrol limitleri                                                                              |
| (u) Birim başına hata sayısı kontrol grafiği | Standart verilmemiş | ( $\bar{u}$ ) uygunsuz birim ortalaması | ( $\bar{u}$ )       | $UCL_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$<br>$LCL_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$ |
|                                              | Standart verilmiş   | ( $u_0$ ) uygunsuz birim sayısı         | ( $u_0$ )           | $UCL_{u_0} = u_0 + 3\sqrt{\frac{u_0}{n}}$<br>$LCL_{u_0} = u_0 - 3\sqrt{\frac{u_0}{n}}$         |

( $u_0$ ) kabul edilen değerdir.

Yukarıdaki bölümden çıkarılabilen genel nokta şudur ki ana aracı kontrol çizelgeleri olan istatistiksel süreç kontrolü, süreçlerin istikrarının sağlanması için onların kurulması, kontrol edilmesi ve izlenmesini sağladığı için büyük ilgi görmektedir. Kullanım etkinliği, anlayış ve ustalık, kontrol yöntemi ve yazılı talimatların hazırlanmasını gerektirir.

#### 2.4.3 Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması

Kontrol grafiklerinin yorumlanması, grafikte yer alan ve yukarıda açıklanmış olan bazı temel elemanların ön hesaplamalarına dayanmaktadır. Bu değerleri temsil eden noktalar, atanabilir nedenlerin varlığı ile karakterize edilen ve kontrol sınırları dışındaki noktalar tarafından ortaya çıkan bir süreç kararsızlığının varlığını gösterebilir. Aksi takdirde, noktalar kontrol sınırları dâhilinde kalırsa, süreç genel nedenlerin etkisi altında kalır ve bu nedenle de kararlı kabul edilir. Her iki durumda da yanlış yorumlanma riski bulunmaktadır ve amaç ekonomik karlılık için bu riski en aza indirmek olacaktır.

Kontrol çizelgelerini oluştururken karşılaşılabileceğimiz Tip I hata ( $\alpha$ ) ve Tip II hata ( $\beta$ ) olmak üzere iki tip hataya rastlanır, bunlarla ilgili açıklamalar aşağıda verilmektedir.

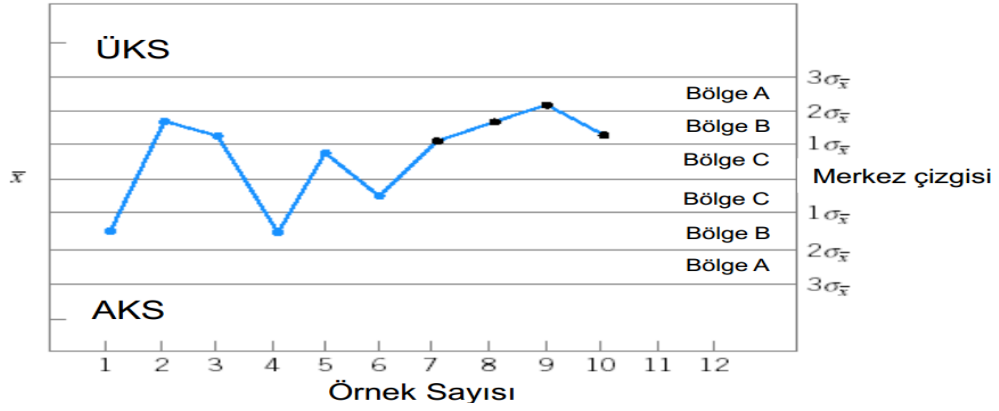
**Tip I Hata ( $\alpha$ ):** Tip I hata aslında kontrol altında olan bir sürecin istatistiksel olarak kontrolden çıktığı sonucuna varmaktır.

**Tip II Hata ( $\beta$ ):** Bu hata bir nedene atfedilebilir nedenlerin varlığını tanımakta ve ortadan kaldırılmaları için uygun önlemleri almakta yavaş kalmaktadır. Bu nedenle, sürecin kontrol altında olmadığı zamanlarda istatistiksel olarak hatayla kontrol altında olduğu sonucuna varılır. Bu durumda, gözlem değerlerini temsil eden noktalar kontrol sınırları içinde bulunur ve bu durum operatörleri yanıltır. Bu kabul edilemez değişkenliğe yol açan süreç ortalamasındaki değişiklikten kaynaklanmaktadır.

Kararlı bir süreç, sürece özgü doğal sebeplerin varlığı ve kontrol sınırları içindeki noktalarla tezahür etmesi ile karakterize edilir. Bununla birlikte, tüm noktaların kontrol sınırları içerisinde bulunması sürecin kontrol altında olduğunu göstermez. Montgomery'ye (2009: 195) göre kontrol altında olan bir sürecin noktaları da özel nedenlerin muhtemel nedenlerini yansıtan rassal olmayan davranışlar gösterebilirler.

Yukarıda açıklanan durumu iyi anlamak ve yorumlamak için birçok yazar tarafından kurallar getirilmiştir. Bu kurallar, Şekil 7'de görüldüğü gibi kontrol şemasını A, B ve

C olmak üzere 3 bölgeye ayırmış ve bu bölgelerin sınırları ortalamadan  $\pm 1\sigma, \pm 2\sigma, \pm 3\sigma$  uzaklıklarına göre belirlenmiştir (Pyzdek, 2003: 426-427).



**Şekil 6: Bölge Kuralı**

**Kaynak:** Montgomery, 2009. p. 196.

Aşağıda Shewart kontrol şemalarının Western Electric tarafından da uygulanan bazı kuralları verilmiştir (Montgomery, 1997: 149).

1. Kontrol sınırları dışında bir veya daha fazla nokta.
2. 2 sigma limiti dışında 3 sigma limiti içerisinde ardışık üç noktadan ikisi; bununla birlikte yine de kontrol limitleri dâhilinde.
3.  $\pm 1\sigma$  limitlerinin ötesinde ardışık beş noktadan dördü.
4. Ortalamanın bir tarafında art arda sekiz noktadan oluşan bir seri.
5. Sabit bir şekilde artan veya azalan art arda altı nokta.
6. C bölgesinde üst üste on beş nokta (orta çizginin üstünde ve altında).
7. Yukarı ve aşağı zikzak yapan peş peşe on dört nokta.
8. C bölgesi hariç orta çizginin her iki yanında sekiz nokta.
9. Verilerdeki olağan dışı veya random olmayan bir eğilim.
10. Bir uyarı veya kontrol limitinin yakınında bir veya daha fazla nokta.

Yukarıdaki kurallar hem değişken ve hem de nitel kontrol şemalarına uygulanabilir. Yine de, kontrol grafiklerinin kendine has özelliklerinden dolayı yukarıdaki kurallara ek olarak daha farklı yorumların da bulunabileceği unutulmamalıdır.

Örneğin Montgomery (1997: 202-205) ve Evans ve Lindsay'a (2002: 699-708) göre ( $\bar{X}$ -R) Kontrol Grafikleri daha önce açıklananlardan tamamen farklı bazı eğilimler gösterebilir. Bu eğilimler kısaca aşağıda verilmiştir:

- **Trend:** Eğilim, ölçülen kalite özelliğini etkileyen bazı nedenlerin sonucu olabilecek şekilde belirli bir yönde sürekliliği olan harekettir.
- **Döngüsel eğilimler:** Bir yüksek bir alçak şeklinde seyreden hareketlerdir. Bu, çevresel değişiklikler, operatör rotasyonu gibi birçok nedenin bir sonucu olabilir.
- **Kararsızlık:** Bu model, makinenin aşırı bir şekilde ayarlanması nedeniyle işlemin dalgalanmasına neden olarak, noktaların üst ve alt kontrol limitlerinin dışına düşmesine neden olabilir.



## **BÖLÜM 3: İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROLÜNÜN BİR ÇAĞRI MERKEZİNDE UYGULANMASI**

İstatistiksel süreç kontrol teknikleri genellikle endüstride ve özellikle de üretimde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu tekniklerin lojistik, pazarlama, satın alma ve satış gibi diğer birçok alanda uygulaması mümkündür.

### **3.1 Çağrı Merkezi**

Müşterilerle daha iyi iletişim kurmak ve bilgiye erişimini kolaylaştırmak için şirketler sürekli yenilik yapmaktadır. Firmalar müşterilerle verimli ve uzun soluklu bir ilişkiyi uygun şekilde yönetmek ve sürdürmek için çağrı merkezleri gibi yapıları geliştirmektedir.

Bir çağrı merkezi, bir marka ile müşterileri arasındaki ilişkiyi destekleyen bir dizi insan, emlak, mobilya ve teknik kaynaktan oluşmaktadır. İşlevi müşteriye sunulan hizmetlerin etkin bir şekilde verilmesine yardımcı olmak üzere giden veya gelen çok sayıda telefon görüşmesinin yönetimi ile ilgilidir (<http://www.forceplus.com>, 14 Şubat 2019).

### **3.2 Örnek Olay**

Şirketlerin müşterilerine sunduğu ürün ve hizmet karmaşıklığı göz önüne alındığında, bu karmaşıklığın firmalar için bazı zorluklar doğurduğu bir gerçektir. Giderek artan bu zorlu müşterilere daha iyi hizmet verebilmek için faaliyetlerinin çeşitliliğinin de etkisiyle bazı şirketler, müşteri ilişkileri yönetimini çağrı merkezleri gibi özel yapılara emanet etmektedirler.

Uygulamaya konu olan şirket, uzakta bulunan müşteri ilişkileri en uygun ve verimli bir şekilde yönetmek için bazı konularda dış kaynakları kullanmaktadır. Çağrı merkezlerinin misyonu, tüm ses sistemlerinin entegrasyonu yoluyla müşterilerle etkin iletişim kurmayı ve her ihtiyaca uyarlanmış bir yanıt vermeyi sağlayan hizmetleri sağlamaktır. Bu nedenle, şirket esas olarak çağrı gönderme ve alma faaliyetlerini yürütmektedir.

Emek yoğun bir işletme olarak nitelendirilen çağrı merkezleri, insanların uçtan uca süreçlerin ayrılmaz bir parçası olduğu yapılardır. Bu gerçek göz önüne alındığında, bir çalışandan diğerine farklılık gösterebilecek beceriler, tutumlar ve davranışlara bağlı olarak bazı hataların ortaya çıkabilmesi olasıdır. Bu hatalar hem çalışanların hem de tüm çağrı merkezinin performansını engelleyebilir.

Bireysel performansı ve çağrı merkezinin genel performansını ölçmek için çağrı merkezi genellikle ortalama işlem süresi, müşteriye ortalama cevap verme süresi ve müşterilerin ortalama bekleme süresi gibi müşterilerin memnuniyetini doğrudan etkileyebilecek parametreleri kullanır.

Bu mantık ve bu uygulamayla alakalı olarak, bu çalışma gelen çağrılarının yönetimine yöneliktir. Faaliyet yönetimi sürecinde gerçek ortalama işlem süresinin yönetim tarafından belirlenen ortalamaya oranla oldukça uzun olduğu görülmektedir. Bunun kaynağı, bilinmemesine rağmen, iki ana nedeni olabilmektedir. Bir yandan sürecin doğasında olan ve genellikle sürecin istikrarına zarar vermeyen genel nedenler vardır. Öte yandan, genellikle sürekli olarak görülen ve belirli bir faktöre atanabilir nedenler vardır ve bunların varlıkları bir süreç için işlev bozukluğu anlamına gelmektedir (Juran, 1988: 242). Bununla ilgili olarak, amaç süreç davranışını incelemek, olası atanabilir nedenlerin varlığını tespit etmek ve uygun düzeltici eylemler önermek olacaktır.

Şirketler farklı oldukları için, süreçlerin karakteristiğini belirleyen sebeplerin niteliği de farklı olmalıdır. Çağrı merkezlerinde sık rastlanan genel sebepler arasında çalışanları fiziksel veya ruhsal olarak etkileyebilecek ve bundan dolayı etkin bir hizmet sunmasını önleyecek hastalık ve aşırı yorgunluk sayılabilir.

Aksine, diğer yandan özel sebepler (atanabilen sebep) arasında çalışanın önündeki metne uymaması, yetersiz veya eksik bilgiye sahip olması, yeni bir uygulamayı tam bilememesi sayılabilir. Özel nedenler genelde ekipmanla (teknik problemle) veya çalışanların yetersizliği ile ilgili bir problemdir. Süreçteki değişkenlik daha sonra atanabilir nedenlerin varlığına sürekli bir şekilde işaret edecektir.

İstatistiksel proses kontrolünün amacı, proses stabilitesini ölçmek ve bu stabiliteyi zaman içerisinde sürdürmektir. Bunu başarmak için değişkenliğini korumak ve azaltmak amacıyla değişik araçlar kullanılmaktadır. Bu vaka çalışması için histogram, balık kılçığı diyagramı ve kontrol çizelgeleri gibi araçlar kullanılmıştır. Histogram, verilerin normal şekilde dağıtılıp dağıtılmadığını görmeyi sağlar. Balık kılçığı, sorunun nedenleri hakkında bilgi verir. Kalite kontrol çizelgeleri aracılığıyla ise süreçleri izleyip kontrol altında olup olmadığını tespit edilebilir.

### 3.3 İstatistiksel Araçları Kullanarak Kalite İyileştirme

#### 3.3.1 Histogram

Histogram, değişkenlerin dağılımının şeklini gösteren istatistiksel bir süreç kontrol aracıdır. Frekans dağılımı aracılığıyla, çalışılan değeri sınıflara bölmek ve her bir sınıfa ait değerleri sunmak için veriler artan veya azalan büyüklük sırasına göre sınıflandırılır. Histogram çizmek genellikle bir yazardan diğerine farklılık gösterebilecek belirli aşamalara sahiptir (Kazmiersky, 1995: 55).

**Tablo 11**

**Günlük Ortalama Arama Süresi**

| Gün | Ortalama | Gun | Ortalama | Gün | Ortalama |
|-----|----------|-----|----------|-----|----------|
| 1   | 111,88   | 12  | 110,84   | 23  | 101,84   |
| 2   | 141,28   | 13  | 117,6    | 24  | 83,04    |
| 3   | 144,84   | 14  | 103,04   | 25  | 107,04   |
| 4   | 97,28    | 15  | 105,4    |     |          |
| 5   | 88,36    | 16  | 115,88   |     |          |
| 6   | 102,2    | 17  | 135,6    |     |          |
| 7   | 123,04   | 18  | 112,76   |     |          |
| 8   | 107,72   | 19  | 112,28   |     |          |
| 9   | 135,08   | 20  | 100,8    |     |          |
| 10  | 111,8    | 21  | 120,68   |     |          |
| 11  | 116,24   | 22  | 72,48    |     |          |

Tabloda 11’de, çağrı merkezindeki 2019 yılının Ocak ayı boyunca günlük ortalama arama süresi yer almaktadır. Bu ortalamalar, 25 günlük bir süre boyunca günde yirmi beş çağrı örneğine dayanarak hesaplanmıştır.

#### Aşırı Değerler

Verileri analiz etmeden önce, sonucu önemli ölçüde etkileyebilecek uç değerlerin tespit edilmesi önemlidir. Tablo 12’de Minitab yazılımı kullanılarak elde edilen uç değerlerle ilgili test verilmiştir. Test sonuçları potansiyel olarak olumsuz yönde etkileyebilecek mutlak bir değer bulunmadığını göstermektedir.

**Tablo 12**  
**Aşırı Değerler Testi**

| Değişken     | N | Ortalama | St Sapma | Min    | Max    | G    | P Değer |
|--------------|---|----------|----------|--------|--------|------|---------|
| Arama Süresi | 5 | 116,7    | 25,5     | 88,4   | 144,8  | 1,11 | 1,000   |
| Arama Süresi | 5 | 115,97   | 13,14    | 102,20 | 135,08 | 1,45 | 0,470   |
| Arama Süresi | 5 | 110,62   | 6,42     | 103,04 | 117,60 | 1,18 | 1,000   |
| Arama Süresi | 5 | 115,46   | 12,63    | 100,80 | 135,60 | 1,59 | 0,212   |
| Arama Süresi | 5 | 97,09    | 19,29    | 72,48  | 120,68 | 1,28 | 0,881   |

### Histogram oluşturma adımları

Örneklem büyüklüğü (N), Ocak ayındaki gün sayısı olan 30'dur. Burada n'nin karekökünü hesaplayarak sınıf sayısını bulabiliriz (Kazmiersky (1995, p.56).

$$\text{Sınıf sayısı (k)} = \sqrt{n} = \sqrt{25} = 5 = 5$$

Daha sonra sırasıyla 144, 84 ve 72, 48'e eşit olan maksimum (L) ve minimum değerini (S) bulmalıyız.

Bundan, minimum ve maksimum arasındaki değere eşit olan değişim aralığını belirleriz. Bu sonuçtan, hücre genişliğini değişim aralığını sınıf sayısına bölerek hesaplarız.

$$R = \text{Max} - \text{Min}, = 144, 84 - 72, 48, \quad R = 72, 36;$$

$$\text{Hücre genişliği (h)} = R / \sqrt{n} = 72, 36 / 5 = 14,472$$

Yukarıdaki işlemleri yaptıktan sonar Minitab uygulaması kullanılarak her bir sınıfın alt değeri, üst değeri ve sınıf frekansı hesaplanarak Tablo 13'te verilmiştir. Tablodan en fazla görüşme süresinin 101,424 ile 115,896 sn arasında olduğu en az görüşme süresinin ise 72,48 ile 86,952 sn arasında olduğu görülmektedir.

**Tablo 13**

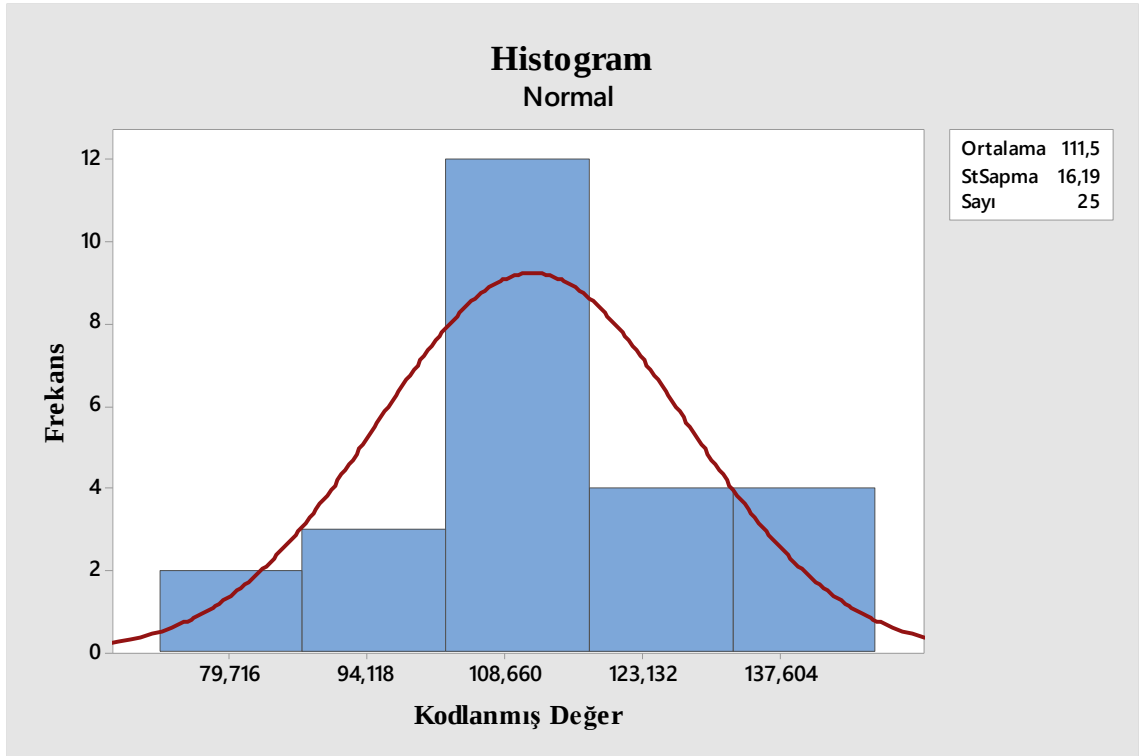
**Histogram tablosu (Recode Özeti)**

| Alt Ucu | Üst Ucu | Kodlanmış Değer | Sayı Satırlar |
|---------|---------|-----------------|---------------|
| 72,48   | 86,952  | 79,716          | 2             |
| 86,952  | 101,424 | 94,118          | 3             |
| 101,424 | 115,896 | 108,66          | 12            |
| 115,896 | 130,368 | 123,132         | 4             |
| 130,368 | 144,84  | 137,604         | 4             |

Kaynak veri sütunu      Ortalama

Kodlanmış veri sütunu      Kodlanmış Ortalama

*Her Aralık, Alt ve Üst Uçlarını içermektedir.*

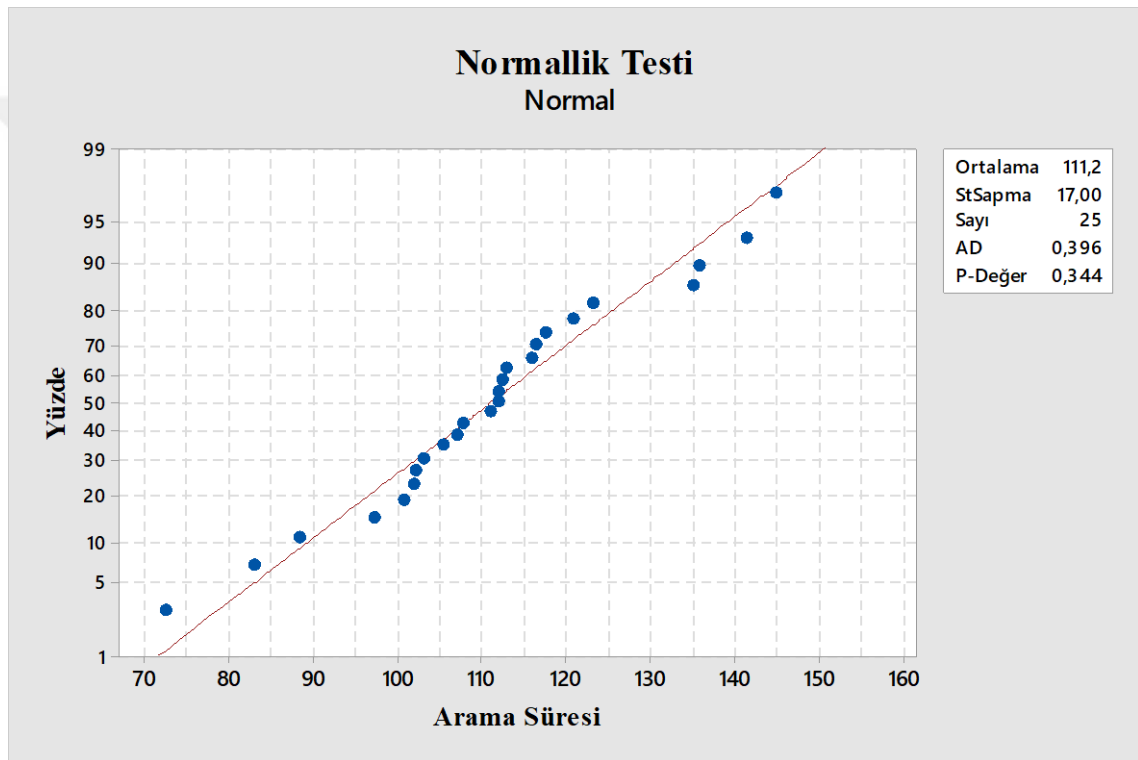


**Şekil 7: Histogram**

Yine Minitab Şekil 8'deki Histogram elde edilmiştir. Histogram bize dağılımın normal olduğu konusunda da bir fikir vermektedir.

### Normallik testi

Histograma ek olarak ve verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için Anderson Darling testi yapılmıştır. Çünkü istatistiksel kalite kontrolü uygulamadan önce verilerin normal dağılıma uygun dağılıp dağılmadığının kontrolünün yapılması gerekir. Bu test için genellikle kullanılan değer olan 0,05 anlamlılık seviyesi ( $\alpha$  veya alfa ile belirtilir) tercih edilmiştir. Normallik testi sonucu Şekil 9’da verilmiştir. Buna göre p değeri olan 0,398, 0,05’ten büyük olduğundan verilerin normal bir dağılım gösterdiği sonucu çıkarılabilir.



Şekil 8: Anderson Darling Testi

### 3.3.2 Kontrol Grafikleri

Kontrol Grafikleri aracılığıyla, başlangıçta süreçte olası bir değişiklik olup olmadığını tespit edilmektedir. Grafikler sayesinde, genel nedene bağlı değişkenliklerin özel nedene bağlı olanlardan farklılık gösterdiği ve sürecin istatistiksel kontrol altında olup olmadığı belirlenebilir. Bu çalışmada, üç çeşit değişken kontrol şeması geliştirdik: ( $\bar{X}$ & $R$ ) ( $\bar{X}$ & $s$ ) ve bireysel hareketli aralık çizelgeleri.

Kontrol grafikleri seçimindeki kriterlerden birinin bu çalışmanın çağrı işleme süresi olan kalite özelliği olduğunu hatırlanmalıdır. Buna ek olarak, kontrol grubu hesaplaması için gerekli olan alt grup kavramına sahip olunmalıdır. Ancak, büyüklüğü kontrol çizelgesi türlerine göre değişmektedir.

### 3.3.2.1 ( $\bar{X}$ - $R$ ) Kontrol Grafikleri

Bu kontrol çizelgeleri iki temel değişkeni ölçmektedir. Merkezi eğilim ölçüsü olan ortalama ve değişkenliği ölçmek değişim aralığı (Feigenbaum, 2003: 393).

Mitra'ya (1998: 264) göre rasyonel alt grup mantığı, örneklemenin aynı koşulda ve neredeyse aynı anda üretilen değişkenlerden alınmasını gerektirir. Bununla ilgili olarak, günlük 5 örnek 25 gün boyunca toplanarak kontrol şeması oluşturulmuştur.

**( $\bar{X}$ - $R$ ) için denklem,**

$$\bar{X} = \frac{\text{alt grup ölçümlerinin toplamı}}{\text{alt grup büyüklüğü}}$$

$$R = \text{en büyük sayı} - \text{en küçük sayı}$$

**Ortalama ile ilgili merkezi değer ile üst ve alt sınır formülleri**

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\text{Alt grup ortalamalarının toplamı}}{\text{Alt grup sayısı}}$$

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

$$ÜKL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

**Genişlik kontrolü limit denklemleri**

$$\bar{R} = \frac{\text{alt grup genişlikleri toplamı}}{\text{alt grup sayısı}}$$

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

$$ÜKL = D_4 \bar{R}$$

( $A_2$ ) ( $D_3$ ) and ( $D_4$ ) örneklem büyüklüğüne bağlı olarak sabittir. (Feigenbaum, 1991: 406).

Yukarıdaki formüller kullanılarak ortalama ile ilgili sınırlar şöyle hesaplanır

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\text{alt grup ortalamalarının toplamı}}{\text{alt grup sayısı}} = \frac{2751,2}{25} = 110,0$$

$$AKL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 110,0 - 0,577 * 161 = 17,1$$

$$\bar{ÜKL}_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 110,0 + 0,577 * 161 = 202,9$$

#### Aralık kontrol grafiği

$$\bar{R} = \frac{\text{Alt grupların aralıkları toplamı}}{\text{Alt grup sayısı}} = \frac{161}{25} = 161$$

$$AKL_R = D_3\bar{R} = 0 * 161 = 0$$

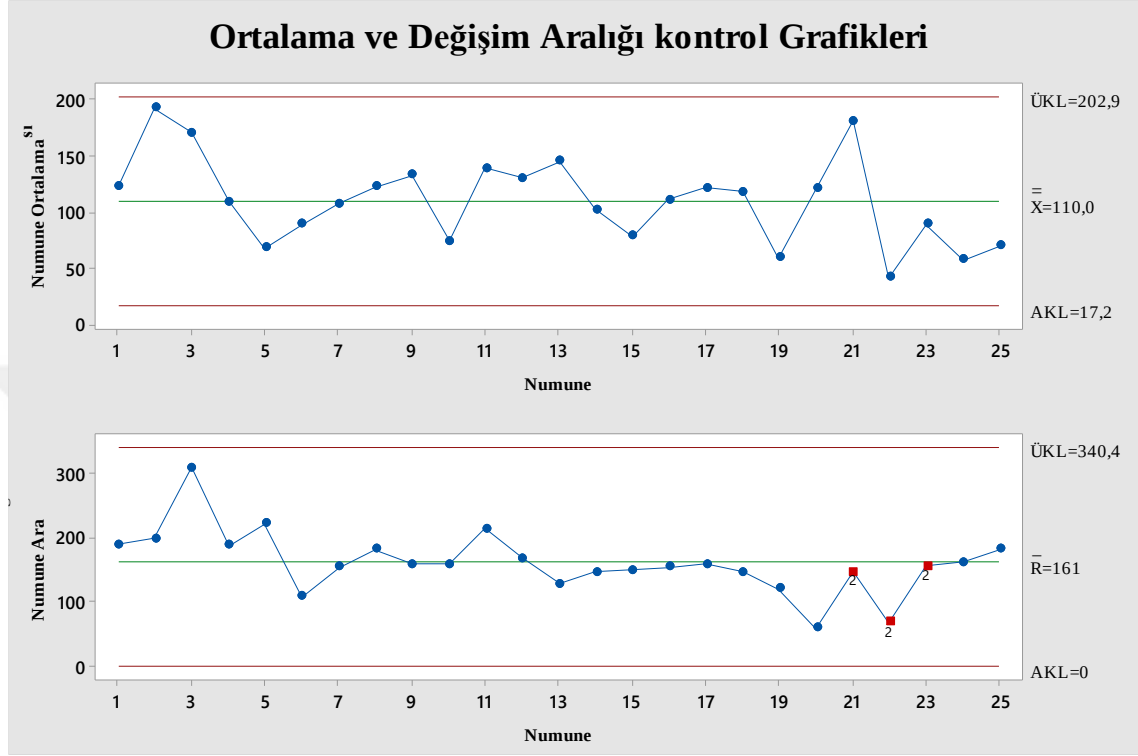
$$\bar{ÜKL}_R = D_4\bar{R} = 2,114 * 161 = 340,4$$

**Tablo 14**

#### Ortalama ve Değişim Aralığı Kontrol Çizelgeleri İçin Veriler

| Numune 1 | Numune 2 | Numune 3 | Numune 4 | Numune 5 | Ortalama | Aralık |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 176      | 78       | 56       | 245      | 60       | 123      | 189    |
| 110      | 138      | 252      | 153      | 309      | 192,4    | 199    |
| 352      | 254      | 145      | 60       | 42       | 170,6    | 310    |
| 65       | 100      | 213      | 25       | 142      | 109      | 188    |
| 238      | 25       | 33       | 28       | 16       | 68       | 222    |
| 39       | 117      | 145      | 107      | 37       | 89       | 108    |
| 131      | 27       | 25       | 176      | 179      | 107,6    | 154    |
| 215      | 151      | 166      | 34       | 47       | 122,6    | 181    |
| 90       | 214      | 149      | 55       | 155      | 132,6    | 159    |
| 73       | 180      | 22       | 23       | 73       | 74,2     | 158    |
| 240      | 221      | 43       | 165      | 26       | 139      | 214    |
| 198      | 30       | 161      | 91       | 169      | 129,8    | 168    |
| 180      | 158      | 55       | 149      | 183      | 145      | 128    |
| 142      | 53       | 171      | 120      | 24       | 102      | 147    |
| 55       | 135      | 156      | 42       | 6        | 78,8     | 150    |
| 7        | 129      | 150      | 161      | 107      | 110,8    | 154    |
| 206      | 55       | 141      | 156      | 48       | 121,2    | 158    |
| 130      | 174      | 160      | 97       | 28       | 117,8    | 146    |
| 38       | 37       | 61       | 139      | 19       | 58,8     | 120    |
| 98       | 153      | 144      | 95       | 113      | 120,6    | 58     |
| 82       | 168      | 217      | 229      | 211      | 181,4    | 147    |
| 6        | 74       | 54       | 16       | 57       | 41,4     | 68     |
| 46       | 174      | 40       | 18       | 166      | 88,8     | 156    |
| 67       | 5        | 39       | 10       | 166      | 57,4     | 161    |
| 8        | 53       | 190      | 72       | 24       | 69,4     | 182    |

Tablo 14’de, her biri beş gözlemden oluşan yirmi beş (25) alt grup yer almaktadır ve kontrol sınırları bu verilerden hesaplanmaktadır. (X-bar- R) kontrol grafiği Şekil 11’de verilmiştir.



**Şekil 9:** Ortalama ve Değişim Aralığı Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}$ -R)

### Yorumlama

Verilerin normal dağılım gösterdiği varsayılarak, kontrol grafiklerindeki kontrol limitleri orta çizginin  $3\sigma$  yukarısında ve altında hesaplanmıştır. Şema Minitab uygulaması kullanılarak tüm özel neden kaynaklı ihlallerle ilgili testler de yapılarak oluşturulmuştur. (Xbar) kontrol limitleri genel değişim aralığına bağlı olduğundan, ilk önce aralık grafiği analiz edilir, çünkü değişkenlik kontrolden çıkarsa, xbar sonucu anlamsız hale gelir.

Grafikte de görülebileceği gibi gözlem değerlerini temsil eden noktalar kontrol limitleri arasında bulunur ve bu da sürecin kontrol altında olduğunun ilk işaretidir. Kural ihlallerini uyguladığımızda, özel sebeplerin varlığından kaynaklanabilecek anomaliler bulunmaktadır. Kural 8'e uymayan (hiçbiri C bölgesinde olmayan ancak merkez çizgisinin her iki tarafında üst üste sekiz nokta) 20, 21, 22, 23. günlerde ortalamanın altında devam etmektedir. Bu değişkenliğin nedenleri arasında çalışanların önlerindeki metne uymamaları, çalışanın eğitim yetersizliği, teknik ekipmanın eski olmasından

kaynaklanan problem, yetersiz yazılmış prosedür bulunmaktadır. Anomaliler tespit edildiğinde, önce bu noktaları araştırmamız gerekir. Daha sonra bunları gidermek için derhal düzeltici önlemler bulunmalıdır. Bunu yapmak için, beyin fırtınası gibi bazı teknikler, varyasyonda değişime neden olan elementi bulmak için kullanılabilir. Sorunu çözdükten sonra kontrol şeması tekrar oluşturulmalıdır, çünkü sürecin kontrol dışına çıkmasına neden olan noktalar limit hesaplamalarını da değiştirebilir.

Ortalama kontrol çizelgesi söz konusu olduğunda, süreç istatistiksel kontrol altında görünmektedir. Ancak bu durum aralık şemasında değişkenlik olduğu sürece anlamsız kalmaktadır. Evans ve Lindsay'a, (2002: 695) göre, X- bar kontrol sınırları aralığın ortalamasından elde edilmektedir, bu nedenle anlamlı olması için veriler gözden geçirilmeli ve kontrol sınırları yeniden oluşturulmalıdır.

### 3.3.2.2 $\bar{X}$ -s Kontrol Grafikleri

Bu kontrol grafiği öncekine oldukça benzemekle birlikte aralık yerine standart sapma sürecin dağılımını ölçmek için kullanılmaktadır. Ayrıca, büyük hacimli alt gruplar kullanmak gerekir. Veri toplama koşulları önceki kontrol şemasıyla aynıdır, 25 gün boyunca her gün toplanan 10 gözlem değeri ile grafik oluşturulmuştur.

#### Ortalama ve sigma çizelgeleri için denklem

$$\bar{X} = \frac{\text{Alt grup değerlerinin toplamı}}{\text{Alt grup hacmi}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

#### Sigma için kontrol sınırları

$$\bar{s} = \frac{\text{alt grup standart sapmaları toplamı}}{\text{alt grup sayısı}}$$

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

$$\bar{ÜKL} = B_4 \bar{s}$$

### Ortalama kontrol limitleri

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\text{alt grup ortalamalarının toplamı}}{\text{alt grup sayısı}}$$

$$AKL = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{s}$$

$$\ddot{ÜKL} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{s}$$

### Sigma için kontrol limit hesaplaması

$$\bar{s} = \frac{\text{alt grup standart sapmaları toplamı}}{\text{alt grup sayısı}} = \frac{1778,8}{25} = 71,2$$

$$AKL = B_3\bar{s} = 0,284 * 71,2 = 20,2$$

$$\ddot{ÜKL} = B_4\bar{s} = 1,716 * 71,2 = 122,1$$

### Ortalama kontrol limitleri hesaplaması

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\text{alt grup ortalamaları toplamı}}{\text{alt grup sayısı}} = \frac{2787}{25} = 111,48$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{s} = 111,48 - 0,975 * 71,2 = 42,06$$

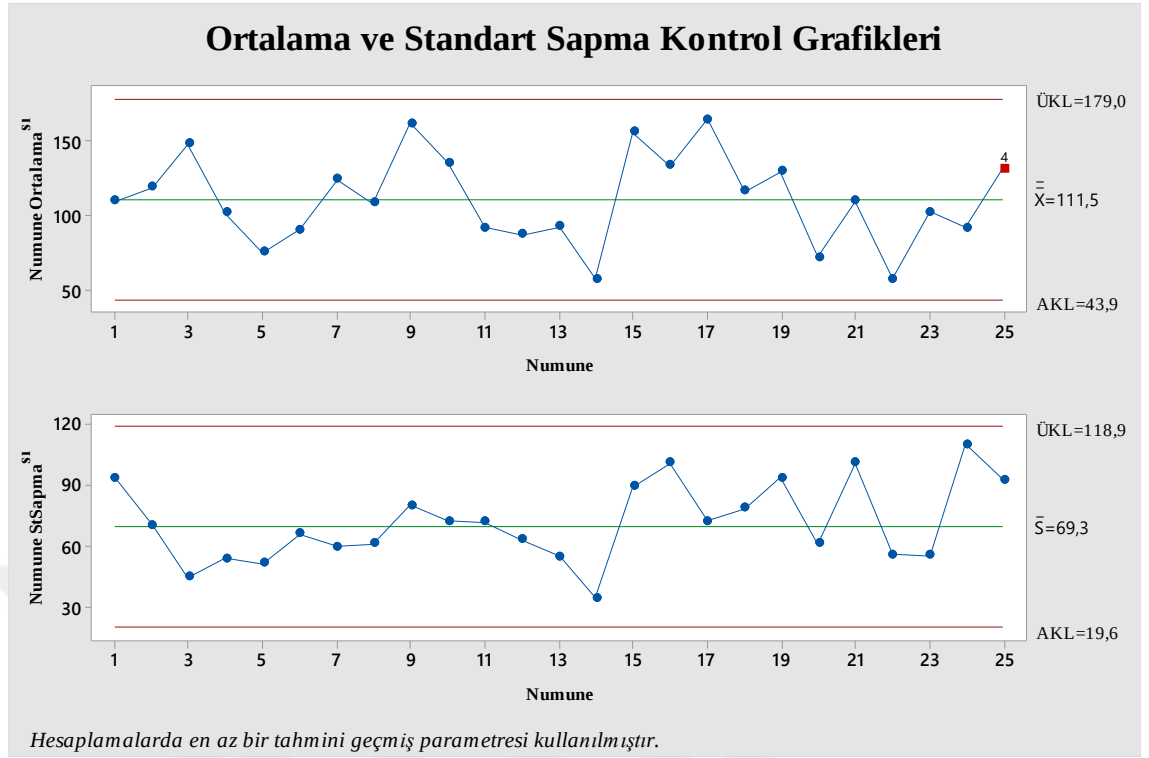
$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{s} = 111,48 + 0,975 * 71,2 = 180,9$$

Verilerin normal bir dağılım izlediğini varsayarsak, kontrol grafiği merkez çizgisinin üstünde ve ötesinde  $3\sigma$  olarak hesaplanmıştır. Grafikler Minitab uygulaması kullanılarak yapılmış ve tüm atanabilir neden kural ihlali dikkate alınarak yapılmıştır.

**Tablo 15****Ortalama ve Standart Sapma Kontrol Grafiği için Veriler  $\bar{X}$ -s**

| Numune | $\bar{X}$ | s     | Numune | $\bar{X}$ | s      |
|--------|-----------|-------|--------|-----------|--------|
| 1      | 110,4     | 93,19 | 14     | 58,4      | 34,23  |
| 2      | 119,5     | 70,11 | 15     | 156,5     | 88,96  |
| 3      | 148,9     | 44,26 | 16     | 134,3     | 100,53 |
| 4      | 102,3     | 53,65 | 17     | 164,9     | 71,80  |
| 5      | 76,1      | 50,99 | 18     | 117,3     | 78,03  |
| 6      | 91,5      | 65,79 | 19     | 130,1     | 92,94  |
| 7      | 125,1     | 59,41 | 20     | 73,2      | 60,85  |
| 8      | 108,9     | 60,96 | 21     | 110,3     | 100,46 |
| 9      | 162,6     | 79,83 | 22     | 58,6      | 55,39  |
| 10     | 136       | 71,91 | 23     | 103,5     | 54,91  |
| 11     | 92,5      | 71,31 | 24     | 92,9      | 109,50 |
| 12     | 87,8      | 62,93 | 25     | 131,9     | 92,31  |
| 13     | 93,5      | 54,50 |        |           |        |

Tablo 15’da her biri on (10) gözlemden oluşan yirmi beş (25) örneğin ve kontrol limitleri bu verilerden hesaplanmaktadır. Bunu, ortalama ve sigma kontrolünün tam grafiğini takip etmektedir.



**Şekil 10:** Ortalama ve Standart Sapma Kontrol Grafikleri ( $\bar{X}$ -s)

### Yorumlama

Yorum üç ana adımda yapılacaktır. İlk önce standart sapma işleminin kontrolde olup olmadığını tespit edilecek, ardından süreç ortalama durumu belirlenecektir. Son olarak, herhangi bir kontrol dışı noktayı tespit edilecek ve bazı iyileştirme önerileri yapılacaktır.

Standart sapma,  $\bar{x}$  işlem ortalamasının belirlenmesinde faydalı olduğundan işlem değişiminin kontrol altında olup olmadığını görmek için önce ona bakmak tavsiye edilir. Çünkü değilse, süreç ortalamasına ilişkin tüm sonuçlar yanlış olacaktır. S kontrol şeması alt grup standart sapmasını temsil eder ve medyan çizgisi hepsini temsil eder. Verilerin normal bir dağılım izlediğini varsayarsak, kontrol çizgileri merkez çizginin her iki tarafından  $3\sigma$  da yapılmıştır. Kontrol limitleri dışında puan bulunamamıştır, bu nedenle S grafiğinin istatistiksel kontrol altında olduğu sonucuna varılmaktadır. Genel olarak bu sonucun nedeni ortalama işlem süresine, verilerin toplandığı tarihe saygı duyulması olabilmektedir. Yeterli malzeme sayesinde veya örneğin ajanlar tarafından işlemin net bir şekilde bilinmesi sayesinde. Ancak, kontrolde cevap evet olsa da sorudaki süreçteki

diğer şeylere bakmalı mıyız? Süreçteki kalıpların davranışı önemlidir ve bize daha fazla bilgi verebilir.

Bu grafiklerin ihlal kurallarına uygun olarak oluşturulduğunu ve kontrol limitleri dâhilinde rastgele olmayan desen davranışları görülmediği not edilmektedir. Bu işlem kararlılık durumunu güçlendirir.

Xbar grafiği, her bir alt grup ölçümünün ortalamasıdır ve ortanca tüm alt grup ortalamalarının ortalamasıdır. Kontrol limitleri merkez hattın her iki tarafından  $3\sigma$  standart sapmada oluşturulur. Grafiğe bakıldığında, işlem kararlı görünür çünkü kontrol sınırlarının dışında hiçbir nokta yoktur. Ancak yirmi beşinci örnekte kural 7'ye uymayan kırmızı bir nokta vardır (art arda ve aşağı değişen üst üste on dört nokta). Bu atanabilir nedenlerin varlığını gösterebilmektedir. Kontrolsüz olarak kabul edilen bu nokta, parametrelerin tahminini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, işlem çeşitliliği kontrol altında olduğundan bu hesaplamada hatalar olabilmektedir. Burada çalışan hedef değeri tutturmaya çalışmaktadır. Yani eğer sonuç bu değer üzerindeyse o zaman çalışan bu değeri düşürmeye çalışır. Ters durumda ise azaltmaya çalışır.

Bununla birlikte, değişkenliği ortadan kaldırarak ve gözden geçirilmiş verilerle yeni kontrol limitleri oluşturarak derhal düzeltici önlemler alınmak istenir.

Bu bölümün sonunda, kontrol çizelgesinin bize süreç değişiminin istikrarı hakkında bilgi verdiği söylenebilir. Bu nedenle, x çubuk grafikteki kontrol dışı nokta yirmi beşinci örneklerde art arda 14 gözlem değeri kuralına uymamaktadır. Bu değişkenlik düzeltildikten sonra grafikler kullanılmaya devam edilmelidir.

### 3.3.2.3 Bireysel Gözlem Değerleri (I) ve Hareketli Aralık (MR) Kontrol Grafiği

Hareket aralık bireysel değerler için kullanılan kontrol şemasıdır. Genellikle, alt gruplar birçok nedenden dolayı uygun olmadığında kullanılır (Griffith, 2000: 430). Ortalama ve aralık gibi iki temel ölçümü kontrol etmektedir.

Bu çalışmada 2019 yılının Ocak ayında 25 gün için her günden rassal olarak alınan bir örneklem kullanılacaktır.

#### Bireysel grafik için denklem

$$\bar{X} = \frac{\text{ölçümlerin toplamı}}{\text{ölçüm sayısı}}$$

$$AKL = \bar{X} - E_2 \bar{R}$$

$$\bar{ÜKL} = \bar{X} + E_2 \bar{R}$$

#### Hareketli Aralık kontrol limitleri

$$\bar{R} = \frac{\text{aralıkların toplamı}}{\text{aralık sayısı}} = \frac{1434}{24} = 59,8$$

$$AKL = D_3 \bar{R} = 0 * 59,8 = 0$$

$$\bar{ÜKL} = D_4 \bar{R} = 3,267 * 59,8 = 195,2$$

#### Bireysel kontrol şeması kontrol limitleri

$$\bar{X} = \frac{\text{ölçüm toplamı}}{\text{ölçüm sayısı}} = \frac{2665}{25} = 106,6$$

$$AKL = \bar{X} - E_2 \bar{R} = 106,6 - 2,66 * 59,8 = -52,3$$

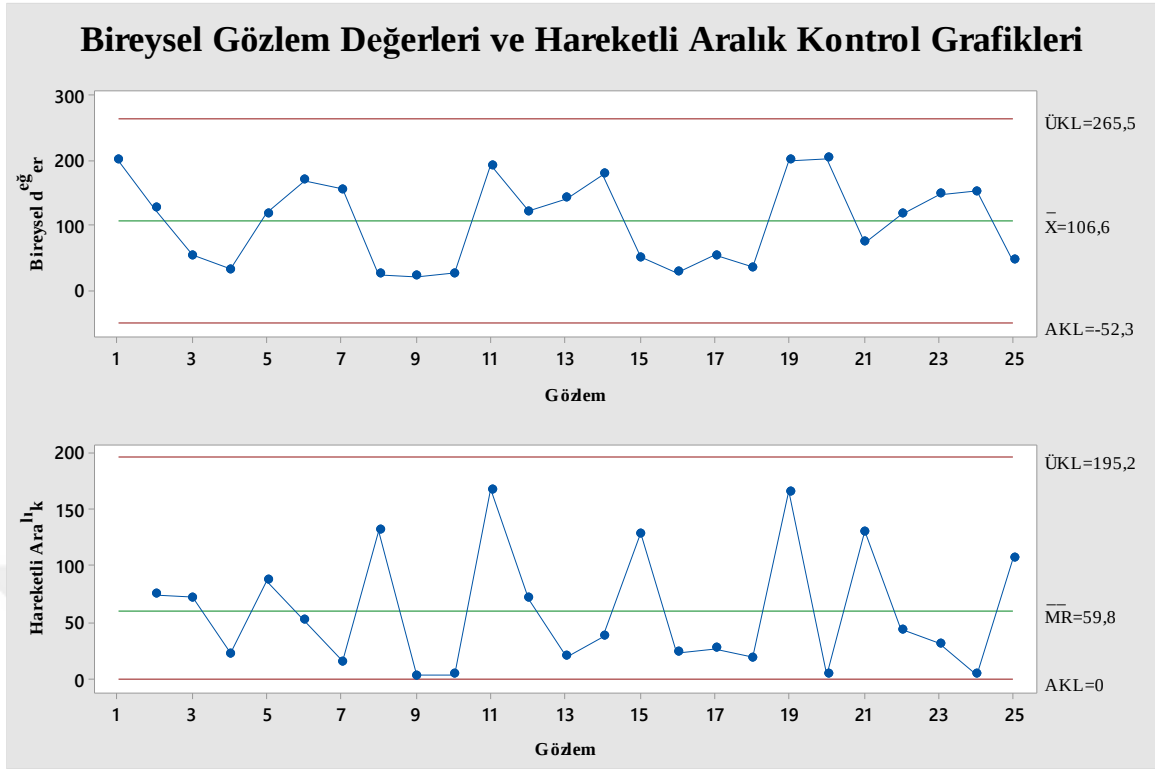
$$\bar{ÜKL} = \bar{X} + E_2 \bar{R} = 106,6 + 2,66 * 59,8 = 265,5$$

Tablo 17’de her bir Ocak ayının yirmi beşinci örneğini temsil eden 25 gözlem içermektedir. Kontrol limitleri bunlardan hesaplanmaktadır. Bireysel ve hareketli aralık kontrol şeması ile takip edilmektedir.

**Tablo 16**

#### Bireysel Gözlem Değerleri ve Hareketli Genişlik Verileri

| Numune 1 (1) | Aralık 1 (1) | Numune 1 (2) | Aralık 1 (2) |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 200          |              | 178          | 37           |
| 126          | 74           | 50           | 128          |
| 54           | 72           | 27           | 23           |
| 32           | 22           | 54           | 27           |
| 119          | 87           | 35           | 19           |
| 170          | 51           | 200          | 165          |
| 155          | 15           | 204          | 4            |
| 24           | 131          | 74           | 130          |
| 21           | 3            | 117          | 43           |
| 25           | 4            | 148          | 31           |
| 192          | 167          | 152          | 4            |
| 121          | 71           | 46           | 106          |
| 141          | 20           |              |              |



**Şekil 11: Bireysel Gözlem Değerleri (I) ve Hareketli Kontrol (MR) Grafikleri**

### Yorumlama

Bu çalışmada kullanılan kontrol çizelgelerinin çoğu gibi bireysel hareket aralığı çizelgesinin yorumlanması, ilk olarak, süreç değişkenliğinin kontrol altında olup olmadığını kontrol etmek için süreç dağılımının ölçülmesine dayanmaktadır.

Hareketli Aralık grafiği, merkeze göre süreç değişkenliğini göstermektedir. Diğer kontrol şemalarında olduğu gibi üst ve alt kontrol limitleri merkezden  $3\sigma$  uzaklıktadır. Eğer herhangi bir gözlem değeri bu limitler içerisinde ise sürecin istikrarlı olduğunu söyleyebiliriz. Üstelik kontrol sınırları içindeki noktalar, atanabilir sebep durumları gölgesi bırakmayan oldukça tesadüfi bir davranış sergiledikleri için herhangi bir özel sebebin var olduğu iddia edilemez. Bu oldukça olumlu sonucun nedeni gerçek işlem süresinin ortalamaya uyması olabilmektedir.

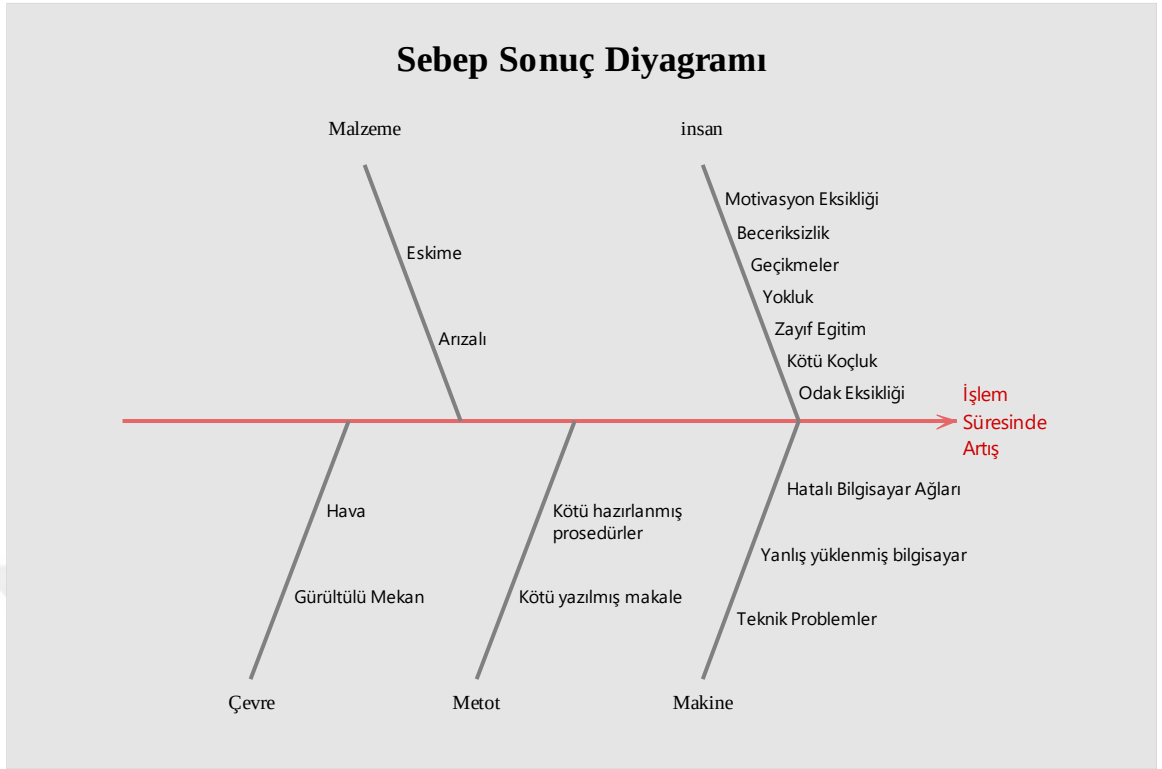
Hareketli Aralık grafiği istatistiksel kontrol altında olduğundan, bireysel gözlem değerleri grafiğinin yorumu anlamlı olabilmektedir. Bu çizelge sürecin merkezi eğilimini ölçmekte ve bireysel ölçümlerin değerindeki varyasyonun büyüklüğünü göstermektedir. Grafikte kontrol sınırları dışında herhangi bir nokta bulunmamaktadır, bu nedenle işlemin istatistiksel kontrol altında olduğu söylenebilir.

Bir çağrı merkezine uygulanan uygulamalı istatistiksel kalite kontrol durumu hakkındaki bu bölüm, sürecin kontrol edilmesi ve iyileştirilmesi için tekniklerinden birinin (İPK) önemini ortaya koymaktadır. İlk bakışta, histogram aracılığıyla, her bir istatistiksel çalışma için gerekli veri dağılımının önemini vurgulandı. Dağılımın normal olması tercih edilir, çünkü sonuçların belirli bir güvenilirliğini garanti etmektedir. Ardından değişken kontrol grafiği aracılığıyla, sürecin kontrol altında olup olmadığını belirlenir ve stabilizasyonu için uygun düzeltici eylemler önerilir. Kontrol grafikleri araçları süreçlerin ayarlanması, kontrol edilmesi ve izlenmesinde büyük yararlar sağlamaktadır. Bu akıllıca bir araç seçimi, doğru bir metodoloji ve yazılı talimatın standart oluşturacak bir şekilde hazırlanmasını gerektirmektedir.

### **3.3.3 Sebep Sonuç Diyagramı**

Sebep-sonuç diyagramı, süreç iyileştirme için Kaorou Ishikawa tarafından geliştirilen istatistiksel süreç kontrol araçlarından biridir. Bilinen bir olayı veya problemi etkileyen nedenlerin açıklığa kavuşturulmasını sağlar. Beyin fırtınası gibi yöntemler yoluyla süreç iyileştirme için olumsuz etki ortaya çıkaran sebeplere çözümler sunar. Diyagram balık kılığına benzemekte olup balığın başı problem veya olay, kılçık ise o probleme veya olaya etki eden nedenleri gösterir. Muhtemel nedenler arasında çevre, yöntem, malzeme, insan ve makine bulunmaktadır.

Şekil 10'da görüldüğü gibi bu çalışmada probleme teşkil eden konu müşterilerle çağrı merkezi elemanları arasında yaşanan uzun telefon görüşmeleridir. Balık kılığı diyagramı ile bu probleme katkıda bulunan faktörler sıralanmış ve muhtemel çözüm önerileri geliştirilmiştir.



**Şekil 12: Sebeup Sonuç Diyagramı**

Grafik, müşteriyle etkileşim kurarken temsilciler aracılığıyla çağrı merkezinin karşılaştığı bilinen bir sorun olarak işlem süresindeki artışı göstermektedir. Bu uzun işlem süreleri hem çağrı merkezindeki elemanın performansını hem de şirketin performansını bir bütün olarak etkilemektedir. Bu soruna bir çözüm bulmak için sebep-sonuç şeması geliştirilmiştir. İşlem süresinin artmasının nedenleri, değişkenlik kaynaklarını tanımlamak için beş ana kategoride gruplandırılmıştır. Şekil 10'da bu ana sebepler için birkaç olası neden gösterilmektedir. Bu kategoriler Makineler, Yöntemler, Çevre, Personel ve Ekipman şeklinde sıralanabilir. Bu kategoriler işlem süresinin artmasının nedenlerinin arkasındaki muhtemel faktörlerdir. Bu nedenle, her sorunun nedenlerini belirlemeye yardımcı olan araştırma analizlerinin temelidir.

Kişisel kategoriye, örneğin kontrol çizelgelerinde görüntülenen değişkenliğin temel nedeni olarak kabul edersek, bu kategoriden türetilen nedenler tüm insan kaynakları faktörleriyle ilgili olabilir ve şöyle özetlenebilir: Motivasyon eksikliği, temsilcilerin yetersizliği, gecikmeler ve birikmiş devamsızlıklar, zayıf eğitim ve koçluk. Bu nedenler bir kez tanımlandıktan sonra problem üzerinde en çok etkisi olabilecek görünenleri tespit etmek için sıralanmalıdır. Bu nedenle listenin başında, zayıf eğitim, zayıf koçluk ve

temsilcinin yetersizliği olabilir. Çağrı merkezlerinde karşılaşılabilecek sebep türlerini sınıflandırırken bu sebeplerin değişkenliğin sürekli kaynağı olan atanabilir nedenleri açıkça temsil ettiği görülür. Bu nedenle gelişmeler için hızlı ve uygun düzeltici eylemler gerekir. Süreç iyileştirme eylemlerinden biri müşterilerle etkileşime girdiğinde temsilcisi için yetkinliklerin geliştirilmesine yol açabilecek eğitim ve koçluk yöntemlerinin veya stratejilerinin yeniden tanımlanması olacaktır.

Bu nedenler listesinin altında motivasyon eksikliği, gecikmeler ve birikmiş devamsızlıklar bulunmaktadır. Bu nedenler, sürecin doğasında var olan tesadüfi sebepler olarak sınıflandırılır. Sürecin değişkenliği sabit değildir. Bu nedenle, temsili performansın tekrarlarına bağlı olarak değişebileceğini anlayabiliriz. Düzeltici faaliyetler olarak daha iyi motivasyon stratejileri, gecikmeleri  nleme ve yokluğu  nleme konusunda yeni yöntemler uygulanabilir olmalıdır.

Makineler kategorisi işlem zamanındaki artışın nedenlerinin kaynaklandığı faktör olarak düşünülebilir. Diğerleri arasında bu nedenlerin listesi, hatalı bilgisayar ağları, yanlış kurulmuş makineler veya teknik bir problem yer alabilir. Bunlar  zel sebepler olarak kabul edilir ve kontrol tablolarında temsil edilenler gibi sürekli olarak istatistiksel kontrol dışı bir sürece yol açabilir. Bu nedenler işlem s resindeki artışı en olumsuz yönde etkileyebileceklerini belirleyecek şekilde sınıflandırıldıktan sonra düzeltici bir eylem planı derhal uygulanabilir olmalıdır. Diğerleri arasına alınabilecek makine kategorisine ilişkin genel eylem planı tüm makinelerin yenilenmesi ve temsilcilerin müşterileriyle etkileşimini daha iyi hale getirecek sistemin onarılması olacaktır.

Mantık, diğer kategoriler için aynı kalmaktadır. Bununla birlikte, etkinin etkili bir şekilde iyileştirilmesi için, nedenlerin tanımlanması için beyin fırtınası gibi bazı teknikler kullanılarak tüm kategoriler göz önünde bulundurulmalı ve uygulanabilir düzeltici eylem planları her nedene uyarlanmalıdır.

## SONUÇ

Çalışmamız, istatistiksel yöntemlerin uygulaması üzerine kurulu olup bu durumda bir çağrı merkezinde istatistiksel süreç kontrol yöntemlerine dayanmaktadır. Aşağıdaki kısımlarda araştırma sırasında göze çarpan noktalar vurgulanıp sonuçlar ve değerlendirmelerini sunularak kısa bir özet verilmiştir.

Endüstride sorunları belirleme ve çözme tekniklerinden birisi de istatistiksel süreç kontrolüdür. Etkili olan bu uygulamaları hayata geçirerek mevcut problemler tespit edilebilmiş, bu problemlerin kontrolüne yol açan mekanizmalar oluşturulabilmiş ve bu problemlere çözümler doğal olarak bulunabilmiştir. Her ne kadar bu yöntemler hâlâ endüstride, üretimde, kalitede yaygın olarak kullanılsa da, banka ve sağlık kurumları gibi hizmet işletmelerinde de kullanılır. Bir hizmet sektörü olan çağrı merkezlerinde de bu yöntemlere başvurulur.

Bu çalışmada bir çağrı merkezindeki işlem sürelerinin geliştirilmesi için 25 gün boyunca günde 25 adet işlem süresi verisi toplanmıştır. Veriler toplandıktan sonra ilk önce verilerin normal dağılıma uyup uymadığının tespit edildi. Bu amaçla önce histogram oluşturuldu. Histogram verinin normal dağılımına işaret etmekle beraber normallik varsayımının sağlandığının testi için Anderson Darling'in testi kullanıldı. Bu test sonucuna göre verilerin dağılımı normale uymaktadır.

Daha sonra süreçleri incelemek için çağrı işleme süresini Kontrol Grafikleri metotları ile analiz edilmiştir. Bu amaçla  $(\bar{X}-R)$ ,  $(\bar{X}-s)$  ve  $(I-MR)$  olarak üç farklı değişken kontrol grafikleri kullanılmıştır.  $(\bar{X}-R)$  kontrol çizelgesinin sonuçları, gözlem değerlerini gösteren noktaların kontrol sınırları içinde olduğunu ancak davranış biçimlerinin kontrolsüz görüldüğü bir süreci göstermektedir. Bu sürecin bu noktasında çağrı işleme süresinin kontrolden çıktığı, başka bir ifade ile ortalamanın üzerinde olduğu, anlamına gelir. Çalışmanın yetkin olmaması, müşteriye cevap vermede kullanması gereken metne dikkat etmemesi gibi anormallikler bu sonucu doğurabilmektedir.

$(\bar{X}-s)$  kontrol grafiğinde ise durum biraz daha farklıdır. Bu süreçte, standart sapmayı ölçen kontrol grafikleri istatistiksel olarak kontrol altındadır ve bu iyi bir durumdur.  $(\bar{X}-s)$  grafiği standart sapmanın ortalamasından üretildiği için, standart sapma kontrol grafiğinde görülen istatistiksel olarak kontrol altında durum olumludur. Ancak  $(\bar{X}-s)$

kontrol şemasına bakarsak, bazı noktalarının sürecin istikrarını bozan atanabilir nedenlerin varlığını gösteren bir davranış gösterdiğini fark edilmektedir. Bu davranışın nedenleri önceki kontrol grafiği ile aynıdır.

Ortalama ve aralık çizelgelerinde kontrol dışı bir sürece neden olan nedenlere ek olarak, ortalama ve standart sapma grafikleri daha fazlasını ortaya çıkarabilmektedir. Aslında, Ishikawa Diyagramında ortaya çıkan nedenleri göz önüne alınırsa, değişkenlik kaynağı beş ana bölüme ayrılabilir ve bunlar personel, makineler, malzemeler, çevre ve yöntemlerden kaynaklanan nedenleri içermektedir. Her bölüm içerisinde birbirinden çok farklı nedeni barındırabilir. Makinelerin değişkenlik kaynağı olduğunu düşünüldüğünde, kararsız bir sürecin nedenleri, diğerleri arasında, iyi çalışmayan bir bilgisayar ağı, ve eskimiş ekipman olabilmektedir. Değişkenlik kaynağının şirket çalışanları olması durumunda ise başka nedenlere yönelmek gerekecektir. Bu nedenler arasında motivasyon eksikliği, yetersizlik, gecikmeler ve devamsızlıklar, odaklanma eksikliği, yetersiz eğitim ve tecrübe ve yetersiz koçluk bulunmaktadır. Bu nedenle şirketin tüm hiyerarşik seviyelerinde insan kaynağına vurgu yapılması gerekecektir.

Bu tür durumlarla karşı karşıya kalındığında, düzeltici faaliyetler tüm süreçler için aynı olmalıdır. Sürecin kararlılığını bozan örneklemeler tespit edilmeli, hesaplamalardan çıkarılmalı ve kontrol çizelgeleri yeni verilerle yeniden oluşturulmalıdır. Bu iş yapıldıktan sonra, grafikler kullanılmaya devam edilmelidir.

Bireysel gözlem değerleri ve hareketli Aralık (I-MR) için kontrol limitleri dışında hiçbir nokta olmadığı için süreç gerçekten istatistiksel olarak kontrol altındadır. Dahası, kontrol sınırları arasındaki noktaların rassal davranış gösterdiği görülmektedir. Bu, belirli bir sürede, yukarıda altı çizilen kategorilerin (yöntem, makine, insan gibi) ve neden sonuç diyagramındaki nedenlerin bazılarının etkin bir şekilde optimize edildiği anlamına gelmekte olup bu da muhtemelen uygun bir işlem süresi ortalamasına yol açmıştır. Bu durumda, kontrol grafikleri kullanmaya devam edilmelidir.

Kalite kontrol grafikleri oluşturulduktan sonra sebep sonuç diyagramı, işlem süresinde değişkenliğe neden olabilecek farklı potansiyel nedenleri aramak için oluşturulmuştur.

## Gelecekte Yapılacak Çalışmalar için Öneriler

Bu çalışmada ele alınan çağrı merkezindeki istatistiksel analiz o noktada bir problem olmaktan çıktığı için işlem süreleri ile sınırlı tutulmuş olup sadece bununla sınırlı değildir. Bu problemten başka müşterilerin hizmet görmeden önceki bekleme süreleri ve işlem yapma hızı da değişkenlikleri daha iyi anlamada yardımcı olacaktır. Burada odak çalışanların eğitimi, müşterilerden alınan bilgilerin doğruluğu, takımların etkili bir şekilde kurulumu ve uygun hizmet için müşteri problemlerinin iyi bir şekilde anlaşılması olmalıdır.

Çağrı merkezlerinin sürecin insanlar tarafından uçtan uca yönetildiği yapılar olduğu anlaşılmalıdır. Bu durum değişkenliğin her zaman sürecin bir parçası olacağı anlamına gelmektedir. Bu nedenle, tüm potansiyel problemler için bir süreç iyileştirme stratejisinin uygulanması önerilmektedir. Daha sonra ise, bu prosedürler istatistiksel yöntemler kullanılarak süreç iyileştirme için periyodik olarak gözden geçirilmelidir.

Süreçlerin istatistiksel yöntemlerle analizi, yöneticilerin ortalama işlem süresi gibi performans göstergelerini daha iyi yöntemlere izin veren daha fazla bilgi sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, ortalama işlem süresi veya yanıt verme süresi gibi göstergelerin süreçlerdeki değişkenliği gizleyebildiği unutulmamalıdır. Bu ise müşteri memnuniyetini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. İşlem süresin veya yanıt hızının uzun olması anlaşılabilir ancak bu sürelerdeki değişkenlikler müşteri memnuniyetini olumsuz etkileyebilir.

Üstelik, aynı çalışma dikkate alındığında örneklem büyüklüğü, coğrafi alan ve çalışma sınırlamaları olarak kullanılan kalite kontrol araçlarının sayısı gibi faktörler gelecekteki araştırmalar için öneri olarak da değerlendirilebilir.

Her şeyden önce araştırma için bir ay içinde günde yirmi beş örnek büyüklüğünde bir örneklemin kullanıldığını hatırlatmakta fayda vardır. Çalışmanın analiz edilen durumu temsil etmesi için yirmi beş örneklemin endüstride geniş bir şekilde önerildiği gerçeğini göz önüne alındığında bu öneri anlaşılabilir bir hal alır. Bununla birlikte, daha geniş bir örneğin işlemin daha iyi anlaşılması ve daha iyi karar verilmesi açısından işlem zamanı davranışı hakkında net bir fikir verebileceği düşünülmektedir.

İkinci olarak çalışmayı yürütürken şirket sayısı ile ilgili limitlerden bahsetmek gerekmektedir. Bu vaka çalışmasında alınan sonuçları bize veren bir şirket dikkate alınmıştır. Birden fazla şirketin çalışmaya dâhil edilmesi halinde üzerinde durulan örneğin işlem süresi davranışının daha iyi anlaşılmasını sağlayacak olan daha fazla bilgi veren karşılaştırmalı bir çalışma yapılabilirdi. Ayrıca, çalışma sadece bir ülkede – Gabon’da yapılmıştır. İlerleyen zamanlarda aynı alanda daha fazla ülkenin böyle bir çalışmaya dâhil edilmesi problemin daha iyi anlaşılmasına ve çalışmanın daha geniş bir alanda yapılmasına olanak sağlayabilir.

Son olarak önemli noktalardan bir tanesi de kullanılan kalite kontrol araçlarının sayısının çalışmanın sonuçlarını etkileyebileceği durumudur. Nitekim bu çalışmada Histogram, İshikawa diyagramı ve kontrol tablolarını içeren beş kalite aracı kullanılmıştır. Daha fazla kontrol aracı kullanılacak olsaydı, mevcut işlem süresinin artmasıyla ilgili mevcut nedenlerin sayısı tespit edilebilir, sorunun kontrolüne yol açan daha fazla mekanizma oluşturulabilir ve daha kesin çözümler bulunabilirdi.

Yukarıdaki açıklamalar, gelecekte yapılacak bu tür bir çalışma için öneri niteliğindedir. Bununla birlikte, artan işlem süresinin dünyadaki merkezleri aramak için ne kadar önemli ve geniş olduğu göz önüne alındığında bu liste yeteri kadar ayrıntılı değildir.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Aartsengel, A. ve Kurtoglu, S. (2013). *Handbook on Continuous Improvement Transformation*. 1<sup>st</sup> Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Asaka, T. ve Ozeki, K. (1996). *Handbook of Quality Tools: The Japanese Approach* (Productivity's Shopfloor), Productivity Press; 1<sup>st</sup> edition (1 Jun. 1996).
- Banks, J. G. (1989). *Principles of quality control*.
- Bauer, J. E., Duffy, G. L. ve Westcott, R. (2006). *The Quality Improvement Handbook*. 2nd Edition by ASQ Quality Management Division.
- Burns, R. B. ve Burns, R. A. (2008). *Business Research Methods and Statistics Using SPSS, SAGE*. 1<sup>st</sup> Edition Publications Ltd.
- Cox, V. (2017). *Translating Statistics to Make Decisions: A Guide for the Non-Statistician*. 1<sup>st</sup> Edition Apress.
- Dale, B. G. (2004). *Managing Quality*. (4<sup>th</sup> Edition) Blackwell Publishing/Atlantic Publishers & Distributors (P) Ltd.
- Dale, B.G. ve Plunkett, J.J. (1991). *Quality Costing*. Chapman and Hall, London,
- Deming, E. (1982). *Quality, productivity, and competitive position*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study.
- Dodge, H.F. ve Romig, H.G. (1959). *Sampling Inspection Tables, Single and Double Sampling*. 2<sup>nd</sup> edition. Wiley.
- Duncan, A. J. (1986). *Quality Control and Industrial Statistics*. 5th edition. Irwin, Homewood.
- Evans, J. R. ve Lindsay, W. M. (2002). *The Management and Control of Quality*. 6th Edition, United States of America: South-Western Publishing Company.
- Feigenbaum, A. V. (1983). *Total Quality Control*. 3th edition. McGraw-Hill Book Company.
- Feigenbaum, A.V. (1991). *Total Quality Control*. 3th edition Revised. McGraw-Hill, Inc.
- Griffith, G. K. (1999). *The Quality Technician's Handbook*. 4th Edition. Prentice Hall; (July 13, 1999).
- Griffith, G. K. (1996). *Total Quality Control*. 3<sup>rd</sup> edition. Prentice- Hall, Inc.
- Grant. E. L. ve Leavenworth, R. S. (1996). *Statistical Quality Control*. 7<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill.

- Ishikawa, K. (1976). *Guide to quality control*. By Asian Productivity Organization in Tokyo.
- İsmet, P. D. (2012). *Kalite üzerine*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Johannes, L. ve BURRIL, C. (1999). *Statistical Quality Control, Strategies and tools for continuous improvement*. New York, John Wiley & Sons.
- Juran J. M. ve De Feo, J. A. (2010). *Juran's Quality Handbook*. Tata McGraw Hill India; 6th edition (2010).
- Juran, J.M. ve Gryna, F.M. (1993). *Quality planning and analysis*. McGraw – Hill.
- Juran J. M. ve Gryna, F. (1988). *Juran's quality control handbook*. 4<sup>th</sup> edition New York: McGraw-Hill.
- Mitra, A. (1998). *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. 2<sup>nd</sup> edition. Prentice Hall.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. 6<sup>th</sup> Edition, John Wiley & Sons, New York.
- Montgomery, D. C. (1997). *Introduction to Statistical Quality Control*. 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- Moore, D. S., Notz, W. ve Flinger, M. A. (2013). *The basic practice of statistics*. 6<sup>th</sup> edition. New York, NY: W. H. Freeman and Company.
- Pyzdek, T. (2003). *The Six Sigma Handbook, Revised and expanded*. 2<sup>nd</sup> edition revised, McGraw-Hill.
- Stephens, K.S. (2001). *The Handbook of Applied Acceptance Sampling: Plans, Principles, and Procedures*. ASQ Quality Press.
- Şimşek, H. (2007). *Toplam Kalite Yönetimi*. 1. Basım, Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Walliman, N. (2011). *Research methods: The basics*. London: Routledge.

## ***Makaleler***

- Bickel, P. J. ve Lehmann, E. L. (1975). The Annals of Statistics, *Institute of Mathematical Statistics*. 3 (5), 1038-1044.
- Gustafsson, Anders. (1997). The new quality tools, *Total Quality Management*. 8 (2-3), 167-172, DOI: 10.1080/0954412979938.
- Janes, J. (1999). Descriptive statistics: where they sit and how they fall", *Library Hi Tech*. 17 (4), 402-409.
- Joarder, A. H. ve Abujiya, M. R. (2007). The remainder method for sample percentiles, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 38 (5), 667-676.
- Juran, J. M. (1997). Early SQC: A Historical Supplement Quality Progress. 30 (9), 73-81.
- Howell, J. M. (1952). Mathematics Magazine, *Taylor & Francis, Ltd. on behalf of the Mathematical Association of America*. 25 (3), 155-157.
- Leland Wilkinson (2006). Revising the Pareto Chart, *The American Statistician*. 60 (4), 332-334, DOI: 10.1198/000313006X152243.
- Meirovich, G. (2006). Quality of design and quality of conformance: Contingency and synergistic approaches, *Total Quality Management & Business Excellence*. 17 (2), 205-219, DOI: 10.1080/14783360500450640.
- Mullins, S. M. ve Drew, E. (1996). Statistical Quality Control and Improvement, *European Journal of Operational Research*. 88 (2), 203-214.
- Reed, W.J. (2001). The Pareto, Zipf and other power laws, *Econ. Lett.* 74 (1), 15–19.
- Talha, M. (2004). Total quality management (TQM): an overview", *The Bottom Line*. 17 (1), 15-19.
- Wescott, M. E. (1949). The Mathematics Teacher, *National Council of Teachers of Mathematics Stable*. 42 (5), 238-243.

## **Tezler**

- Akarsu, T. (2012). *Kalitenin iyileştirilmesinde istatistiksel proses kontrol tekniklerinin kullanılması ve çağrı merkezi uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi. Tez No: 314849.
- Başaran, N. (2010). *Kalite iyileştirmede istatistiksel proses kontrol tekniklerinin pareto analizi ve gıda sektöründe bir uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi. Tez No: 273692.
- Bayraklı, İ. (2001). *İstatistiksel proses kontrolü ve bir metal işkolunda uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi. Tez no: 176001.
- Çolak, T. (2007). *İstatistiksel Süreç Kontrolü ve Uygulamalar*, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s.22.
- Karaca, E. (2012). *Üretim sürecinde istatistiksel proses kontrol (İPK) uygulamaları ve elektronik sektöründe bir inceleme*, Yüksek Lisans Tezi Marmara Üniversitesi. Tez No: 317312.
- Örümlü, M. (2006). *Üretim sürecinde istatistiksel proses kontrol ve işletme uygulamaları Statistical process control in production process and factory practices*. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi. Tez No: 230553.
- Özdamar, İ. H. (2006). *Bulanık istatistiksel kalite kontrolü ve bir orman endüstrisi işletmesinde uygulama*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi. Tez no: 187363.

### ***İnternet Kaynakları***

<http://www.sagepub.com>, (Erişim Tarihi : 1 Nisan 2019).

(<http://www.openlearning.com>, (Erişim Tarihi: 17 Ocak 2019).

Quality of design and quality of conformance, <http://www.openlearning.com/courses/>.  
(Erişim Tarihi: 16 Haziran 2018).

Control charts interpretation <https://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/control-charts/how-to/individuals-data/i-mr-chart/interpret-the-results/key-results/> (Erişim Tarihi : 22 Nisan 2019).

le dictionnaire Larousse <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais-monolingue>  
(Erişim Tarihi : 25 Mayıs 2019).

Fishandbonediagram

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%20%C4%B1shikawa\\_Fishbone\\_diagram.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%20%C4%B1shikawa_Fishbone_diagram.svg), (Erişim Tarihi : 5 Eylül 2018).

Definition De Centre D'appel, <http://www.forceplus.com>, (Erişim Tarihi : 29 Mayıs 2019).

(<http://sn1.chezalice.fr/calculs/reception/accept.html>, (Erişim Tarihi : 12 Aralık 2018).

(<http://asq.org/learn-about-quality/quality-assurance-quality-control/overview.html>,  
(Erişim Tarihi : 20 Haziran 2018).

(<http://www.qualityinspection.org/qc-inspection-china/>, (Erişim Tarihi : 7 Temmuz 2018).

<http://helm.lboro.ac.uk>, (Erişim Tarihi : 15 Eylül 2018).

### ***Tezdeki kullanılan yazılımlar***

Minitab 18.

## EKLER

### EK 1: Ortalama ( $\bar{x}$ ) ve Değişiklik ® Grafiklerinde Kontrol Limitlerinin Belirlenmesi için Faktörler.

| Alt grup büyüklüğü<br>n | $\bar{x}$ Grafiği<br>$A_2$ | R Grafiği |       |
|-------------------------|----------------------------|-----------|-------|
|                         |                            | $D_3$     | $D_4$ |
| 2                       | 1.881                      | 0         | 3.267 |
| 3                       | 1.023                      | 0         | 2.575 |
| 4                       | 0.729                      | 0         | 2.282 |
| 5                       | 0.577                      | 0         | 2.115 |
| 6                       | 0.483                      | 0         | 2.004 |
| 7                       | 0.419                      | 0.076     | 1.924 |
| 8                       | 0.373                      | 0.136     | 1.864 |
| 9                       | 0.337                      | 0.164     | 1.816 |
| 10                      | 0.308                      | 0.223     | 1.777 |
| 11                      | 0.285                      | 0.258     | 1.744 |
| 12                      | 0.266                      | 0.284     | 1.716 |
| 13                      | 0.249                      | 0.308     | 1.692 |
| 14                      | 0.235                      | 0.329     | 1.671 |
| 15                      | 0.223                      | 0.348     | 1.652 |
| 16                      | 0.212                      | 0.364     | 1.635 |
| 17                      | 0.203                      | 0.379     | 1.621 |
| 18                      | 0.194                      | 0.392     | 1.608 |
| 19                      | 0.187                      | 0.404     | 1.596 |
| 20                      | 0.180                      | 0.414     | 1.586 |

**EK 2: Ortalama ( $\bar{x}$ ) ve Sigma (s) Grafiklerinde Kontrol Limitlerinin Belirlenmesi için Faktörler.**

| Alt grup büyüklüğü<br>n | $\bar{x}$ Grafiği<br>$A_3$ | s Grafiği |       |
|-------------------------|----------------------------|-----------|-------|
|                         |                            | $B_3$     | $B_4$ |
| 2                       | 2.659                      | 0         | 3.267 |
| 3                       | 1.954                      | 0         | 2.568 |
| 4                       | 1.628                      | 0         | 2.266 |
| 5                       | 1.427                      | 0         | 2.089 |
| 6                       | 1.287                      | 0.030     | 1.970 |
| 7                       | 1.182                      | 0.118     | 1.882 |
| 8                       | 1.099                      | 0.185     | 1.815 |
| 9                       | 1.032                      | 0.239     | 1.761 |
| 10                      | 0.975                      | 0.284     | 1.716 |
| 11                      | 0.927                      | 0.321     | 1.679 |
| 12                      | 0.886                      | 0.354     | 1.646 |
| 13                      | 0.850                      | 0.382     | 1.618 |
| 14                      | 0.817                      | 0.406     | 1.594 |
| 15                      | 0.789                      | 0.428     | 1.572 |
| 16                      | 0.763                      | 0.448     | 1.552 |
| 17                      | 0.739                      | 0.446     | 1.534 |
| 18                      | 0.718                      | 0.482     | 1.518 |
| 19                      | 0.698                      | 0.497     | 1.503 |
| 20                      | 0.680                      | 0.510     | 1.490 |

**EK 3: Çağrı Merkezinde Alınan Örneklem (bir ay içinde günde yirmi beş çağrı).  
Kontrol Grafiklerinde Kullanılan Verilerin Örneklemesi.**

|         | gün 1 (e) | gün 2 (e) | gün 3  | gün 4 | gün 5 | gün 6 | gün 7  | gün 8  | gün 9  | gün 10 | gün 11 | gün 12 | gün 13 | gün 14 | gün 15 |
|---------|-----------|-----------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| no: 1   | 176       | 110       | 352    | 65    | 238   | 39    | 131    | 215    | 90     | 73     | 240    | 198    | 180    | 142    | 55     |
| no: 2   | 78        | 138       | 254    | 100   | 25    | 117   | 27     | 151    | 214    | 180    | 221    | 30     | 158    | 53     | 135    |
| no: 3   | 56        | 252       | 145    | 213   | 33    | 145   | 25     | 166    | 149    | 22     | 43     | 161    | 55     | 171    | 156    |
| no: 4   | 245       | 153       | 60     | 25    | 28    | 107   | 176    | 34     | 55     | 23     | 165    | 91     | 149    | 120    | 42     |
| no: 5   | 60        | 309       | 42     | 142   | 16    | 37    | 179    | 47     | 155    | 73     | 26     | 169    | 183    | 24     | 6      |
| no: 6   | 77        | 154       | 171    | 12    | 119   | 142   | 185    | 175    | 125    | 181    | 105    | 166    | 43     | 42     | 229    |
| no: 7   | 79        | 81        | 103    | 161   | 164   | 29    | 35     | 142    | 243    | 54     | 57     | 60     | 103    | 47     | 24     |
| no: 8   | 98        | 118       | 134    | 100   | 37    | 160   | 148    | 160    | 66     | 282    | 155    | 221    | 97     | 55     | 251    |
| no: 9   | 65        | 143       | 163    | 43    | 146   | 199   | 147    | 17     | 142    | 107    | 54     | 50     | 52     | 44     | 58     |
| no: 10  | 45        | 10        | 89     | 131   | 25    | 17    | 152    | 43     | 172    | 100    | 131    | 37     | 29     | 49     | 243    |
| no: 11  | 68        | 47        | 129    | 149   | 31    | 22    | 178    | 103    | 29     | 47     | 206    | 74     | 34     | 18     | 163    |
| no: 12  | 345       | 155       | 201    | 32    | 82    | 56    | 170    | 49     | 304    | 174    | 172    | 118    | 105    | 133    | 112    |
| no: 13  | 201       | 211       | 156    | 133   | 32    | 56    | 64     | 141    | 174    | 191    | 28     | 82     | 151    | 48     | 54     |
| no: 14  | 67        | 56        | 230    | 120   | 48    | 85    | 144    | 189    | 203    | 92     | 7      | 23     | 194    | 42     | 178    |
| no: 15  | 59        | 220       | 113    | 142   | 77    | 149   | 28     | 70     | 168    | 132    | 10     | 47     | 127    | 106    | 253    |
| no: 16  | 105       | 36        | 92     | 6     | 36    | 161   | 176    | 205    | 138    | 161    | 13     | 25     | 175    | 235    | 9      |
| no: 17  | 150       | 131       | 89     | 112   | 164   | 128   | 227    | 114    | 113    | 253    | 209    | 26     | 126    | 47     | 160    |
| no: 18  | 89        | 150       | 56     | 136   | 158   | 158   | 46     | 112    | 179    | 175    | 151    | 135    | 160    | 234    | 45     |
| no: 19  | 89        | 191       | 150    | 136   | 188   | 158   | 125    | 122    | 26     | 143    | 134    | 119    | 228    | 128    | 36     |
| no: 20  | 71        | 158       | 190    | 164   | 56    | 219   | 136    | 29     | 36     | 24     | 181    | 32     | 12     | 239    | 41     |
| no: 21  | 25        | 20        | 167    | 126   | 27    | 29    | 150    | 217    | 198    | 5      | 56     | 321    | 141    | 155    | 172    |
| no: 22  | 99        | 228       | 185    | 33    | 190   | 124   | 57     | 26     | 61     | 17     | 50     | 32     | 10     | 35     | 30     |
| no: 23  | 105       | 135       | 98     | 47    | 136   | 14    | 39     | 111    | 289    | 37     | 143    | 224    | 78     | 165    | 106    |
| no: 24  | 145       | 200       | 198    | 72    | 34    | 34    | 176    | 31     | 27     | 224    | 157    | 209    | 209    | 66     | 27     |
| no: 25  | 200       | 126       | 54     | 32    | 119   | 170   | 155    | 24     | 21     | 25     | 192    | 121    | 141    | 178    | 50     |
| AVERAGE | 111,88    | 141,28    | 144,84 | 97,28 | 88,36 | 102,2 | 123,04 | 107,72 | 135,08 | 111,8  | 116,24 | 110,84 | 117,6  | 103,04 | 105,4  |

| gün 16        | gün 17       | gün 18        | gün 19        | gün 20       | gün 21        | gün 22       | gün 23        | gün 24       | gün 25       | gün 26        | gün 27        | gün 28      | gün 29       | gün 30       | gün 31       |
|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
|               |              |               |               |              |               |              |               |              |              |               |               |             |              |              |              |
| 7             | 206          | 130           | 38            | 98           | 82            | 6            | 46            | 67           | 8            | 162           | 36            | 57          | 33           | 148          | 142          |
| 129           | 55           | 174           | 37            | 153          | 168           | 74           | 174           | 5            | 53           | 103           | 226           | 37          | 131          | 128          | 120          |
| 150           | 141          | 160           | 61            | 144          | 217           | 54           | 40            | 39           | 190          | 143           | 217           | 76          | 5            | 5            | 87           |
| 161           | 156          | 97            | 139           | 95           | 229           | 16           | 18            | 10           | 72           | 67            | 13            | 242         | 149          | 206          | 29           |
| 107           | 48           | 28            | 19            | 113          | 211           | 57           | 166           | 166          | 24           | 63            | 49            | 93          | 73           | 145          | 28           |
| 122           | 45           | 150           | 31            | 29           | 187           | 27           | 34            | 31           | 6            | 28            | 44            | 27          | 30           | 5            | 180          |
| 341           | 160          | 145           | 20            | 204          | 146           | 82           | 148           | 39           | 130          | 71            | 145           | 86          | 100          | 7            | 173          |
| 40            | 153          | 156           | 175           | 21           | 49            | 26           | 152           | 23           | 193          | 182           | 143           | 182         | 66           | 7            | 151          |
| 138           | 339          | 160           | 208           | 124          | 6             | 159          | 69            | 33           | 226          | 207           | 188           | 9           | 8            | 24           | 84           |
| 134           | 157          | 232           | 59            | 72           | 150           | 56           | 89            | 6            | 145          | 169           | 97            | 239         | 34           | 63           | 7            |
| 256           | 148          | 33            | 73            | 12           | 30            | 152          | 5             | 362          | 210          | 16            | 116           | 28          | 161          | 229          | 195          |
| 21            | 147          | 201           | 156           | 103          | 54            | 26           | 153           | 38           | 6            | 24            | 36            | 74          | 156          | 34           | 56           |
| 160           | 148          | 51            | 67            | 102          | 81            | 37           | 134           | 189          | 143          | 184           | 153           | 11          | 91           | 160          | 136          |
| 92            | 163          | 24            | 217           | 42           | 343           | 6            | 90            | 93           | 244          | 136           | 64            | 61          | 271          | 125          | 46           |
| 39            | 189          | 21            | 295           | 23           | 57            | 15           | 161           | 115          | 16           | 237           | 274           | 168         | 64           | 38           | 107          |
| 64            | 69           | 204           | 119           | 15           | 76            | 142          | 59            | 6            | 143          | 213           | 121           | 5           | 60           | 5            | 6            |
| 80            | 224          | 144           | 149           | 301          | 120           | 25           | 214           | 147          | 12           | 60            | 159           | 58          | 204          | 90           | 20           |
| 55            | 31           | 18            | 28            | 185          | 173           | 40           | 139           | 181          | 225          | 5             | 57            | 156         | 40           | 157          | 193          |
| 177           | 14           | 145           | 39            | 56           | 162           | 170          | 88            | 9            | 212          | 144           | 102           | 51          | 175          | 154          | 6            |
| 207           | 218          | 25            | 80            | 150          | 99            | 90           | 179           | 227          | 149          | 38            | 21            | 53          | 46           | 243          | 37           |
| 126           | 121          | 137           | 114           | 117          | 61            | 152          | 36            | 81           | 216          | 36            | 190           | 176         | 57           | 217          | 37           |
| 51            | 26           | 29            | 144           | 54           | 69            | 33           | 38            | 11           | 6            | 105           | 74            | 21          | 39           | 24           | 126          |
| 137           | 193          | 217           | 167           | 73           | 25            | 189          | 82            | 30           | 5            | 47            | 90            | 40          | 28           | 64           | 79           |
| 76            | 185          | 103           | 172           | 30           | 148           | 61           | 84            | 16           | 5            | 148           | 40            | 59          | 201          | 166          | 410          |
| 27            | 54           | 35            | 200           | 204          | 74            | 117          | 148           | 152          | 46           | 225           | 32            | 151         | 217          | 176          | 44           |
| <b>115,88</b> | <b>135,6</b> | <b>112,76</b> | <b>112,28</b> | <b>100,8</b> | <b>120,68</b> | <b>72,48</b> | <b>101,84</b> | <b>83,04</b> | <b>107,4</b> | <b>112,52</b> | <b>107,48</b> | <b>86,4</b> | <b>97,56</b> | <b>104,8</b> | <b>99,96</b> |

## ÖZGEÇMİŞ

Marius Gautier NDONG OVONO EKOUMA, 19 Haziran 1985'te Gabon'un başkenti Libreville'de doğan bir Gabon vatandaşıdır. Liseden mezun olduktan sonra Omar Bongo Üniversitesi'nin Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde lisans eğitimini lojistik bölümünde tamamlamıştır.

Marius NDONG, 2016 yılında Sakarya Üniversitesi'nin İşletme Fakültesinde Yüksek Lisans Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bölümü'nde çalışmalarına başladı. Ondan önce bir yıl Türkçe hazırlık sınıfında eğitimini tamamlamıştır.

