

# 6-SİGMA KILAVUZU

## 14

### KOLAYBİLGİ



6-SİGMA NE KAZANDIRIR KÜRESEL  
PAZARDA REKABET/ FIRSATLAR  
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ KALİTE  
İYİLEŞTİRME PROSES İYİLEŞTİRME  
DMAİC TANIMLAMA / ÖLÇME /  
ANALİZ / İYİLEŞTİRME / KONTROL

İstanbul Sanayi Odası Kalite ve Teknoloji İhtisas Kurulu (İSO-KATEK)





# 6-Sigma Kılavuzu

## Hazırlayan

**Dr. Suat GENÇ** (ISO-KATEK, TÜBİTAK/TÜSSİDE)

İstanbul Sanayi Odası Kalite ve Teknoloji İhtisas Kurulu (ISO-KATEK)  
'6-Sigma Çalışma Grubu'

**Dr. Suat GENÇ** (ISO-KATEK, TÜBİTAK/TÜSSİDE)  
**Nurdan ORDAY** (ISO-KATEK, Orday&Orday BS Partner)  
**Refik ÜREYEN** (ISO-KATEK, TTGV)

ISO Yayın No: 2009/29  
© **6-Sigma, İstanbul Sanayi Odası**, İstanbul 2009  
Tasarım ve Uygulama, **Mürettebat Reklamcılık**  
Her hakkı saklıdır. **İstanbul Sanayi Odası** kaynak gösterilmek suretiyle alıntı yapılabilir.  
Güncelleştirilmiş ikinci sürüm

# 6-SİGMA KILAVUZU

# 14

İstanbul  
Sanayi  
Odası  
Kalite ve  
Teknoloji  
İhtisas  
Kurulu  
(İSO-KATEK)



Önsöz	7
Kısaltmalar	9
1. Giriş	10
2. 6-Sigma Ne Kazandırır?	11
3. Metodun Getirdiği Yeni Bakış Açısı	12



6-Sigma Kılavuzu

## 4. Küresel Pazarda Yeni Rekabet Şartları 13

- 4.1 Müşteri beklentilerinde yeni trendler 13
- 4.2 Müşteriler neye para öder ve nasıl öder? 14

## 5. Rekabet için Yeni Fırsatlar 15

## 6. Müşteri Memnuniyeti Nasıl Sağlanır? 17

- 6.1 Müşteri Beklentisi Nasıl Oluşur? 17
- 6.2 Müşteri Algılaması ve Müşteri Reaksiyonu Nasıldır? 18
- 6.3 Müşteri Memnuniyetini Arttırma 19

## 7. Kalite İyileştirmede Sistemik Yaklaşım 22

- 7.1 Hedef Tuturma ve Varyans Azaltma 22
- 7.2 Varyans ve Kalite Seviyesi 23
  - 7.2.1 Standart Sapmanın ve Varyansın Hesaplanması 23
  - 7.2.2 Sigma Kalite Seviyesinin Belirlenmesi 23

## 8. KOBİ'ler ve Ülkemizdeki Fırsatlar 26

## 9. Metodun Kurumsal Uygulamaları 28

- 9.1 Proses İyileştirme 29



6-Sigma Kılavuzu

<b>9.2</b>	<b>Proses Tasarımı</b>	<b>29</b>
9.3	Proses Yönetimi	29
<b>9.4</b>	<b>Uygun Yöntemin Seçilmesi</b>	<b>30</b>

<b>10.</b>	<b>Proje Takımının Oluşturulması</b>	<b>31</b>
------------	--------------------------------------	-----------

<b>11</b>	<b>Proje Çalışmasını Başlatmak</b>	<b>33</b>
-----------	------------------------------------	-----------

11.1	Proje Seçiminde Genel Prensipler	33
------	----------------------------------	----

<b>11.2</b>	<b>Proje Belirleme Çalışması</b>	<b>33</b>
-------------	----------------------------------	-----------

11.3	Çalışmanın Başlatılması	35
------	-------------------------	----

<b>12.</b>	<b>DMAIC Uygulama Aşamaları</b>	<b>36</b>
------------	---------------------------------	-----------

12.1	Tanımlama Aşaması	36
------	-------------------	----

<b>12.1.1</b>	<b>DMAIC Proje Tanımlama Belgesinin Geliştirilmesi</b>	<b>37</b>
---------------	--	-----------

12.1.2	Müşteri Beklentilerinin Belirlenmesi	40
--------	--------------------------------------	----

<b>12.1.3</b>	<b>Proses Haritasının Geliştirilmesi</b>	<b>42</b>
---------------	--	-----------

12.2	Ölçme Aşaması	44
------	---------------	----

<b>12.2.1</b>	<b>Mevcut Durumun Performansını Ölçmek</b>	<b>44</b>
---------------	--	-----------

12.2.2	Mevcut Durumun Ölçülmesi	50
--------	--------------------------	----

<b>12.3</b>	<b>Analiz Aşaması</b>	<b>53</b>
-------------	-----------------------	-----------

12.3.1	Kök-Nedenleri Araştırmak	54
--------	--------------------------	----

<b>12.3.2</b>	<b>Kök-Nedenler Hakkında Tezler Geliştirmek</b>	<b>58</b>
---------------	---	-----------

12.3.3	Kök-Nedenleri Doğrulamak	59
--------	--------------------------	----

<b>12.4</b>	<b>İyileştirme Aşaması</b>	<b>64</b>
-------------	----------------------------	-----------

12.4.1	Alternatif Çözümlerin Geliştirilmesi	64
--------	--------------------------------------	----



## 6-Sigma Kılavuzu

### 12.4.2 Alternatif Çözümlerin Değerlendirilmesi 65

12.4.3 Pilot Testlerin Yapılması 65

### 12.4.4 Gerçek Ölçekte Uygulama 68

12.4.5 İyileştirilmiş Proses Performansı 68

### 12.5 Kontrol Aşaması 70

12.5.1 Performans Kriterlerinin Belirlenmesi 70

### 12.5.2 Kontrol Limitlerinin Hesaplanması 71

12.5.3 Kontrol Planının Geliştirilmesi 73

## 13 Son Söz 78

## 14 Genel Referanslar 79

**I**stanbul Sanayi Odası Kalite ve İhtisas Kurulu (ISO-KATEK), başta İstanbul Sanayi Odası üyeleri olmak üzere Türk sanayiinin, kalite ve teknoloji konularında ihtiyaç duydukları bilgiye, çabuk, etkin ve verimli bir şekilde ulaşabilmelerine katkıda bulunmak amacıyla 1999 yılında kurulmuştur ve o tarihten bu yana çalışmalarını aralıksız olarak devam ettirmektedir.

“Türk sanayiinin yüksek ve sürdürülebilir bir rekabet gücü kazanması” misyonu doğrultusunda, sanayi, üniversite ve kamu temsilcilerinin gönüllü katılımıyla oluşan ISO-KATEK bünyesinde, geçtiğimiz dönemde, KOBİ'lere yönelik kolay anlaşılır ve uygulanabilir bazı temel kavram ve teknikleri içeren rehber kitapçıklardan oluşan “Kolay Bilgi Seti” hazırlanmıştır.

İlk baskısı 2004 yılında gerçekleştirilen “Kolay Bilgi Seti”ne her yıl yeni kitapçıklar ilave edilmektedir. Hâlihazırda Set içerisinde, KOBİ Yönetim Yaklaşımı (1), Endüstriyel Tasarım (2), Ürün Geliştirme (3), Yeni İş Geliştirme (4), Fikrî Haklar (5), Sanayiye Sağlanan Devlet Destekleri (6), Sanayide Özdeğerlendirme (7), AB Çerçeve Programlar El Kitabı (8), Proje Yönetimi (9), Yenilikçilik ve Ar-Ge Destekleri (10), Sanayide Sürekli Gelişme için Kaizen (11), Markalaşma (12), Toplam Verimli

Yönetim (13), Altı Sigma (14) ve Yeni Ürün ve Tesis Yatırımlarında Fizibilite (15) kitapları kitapçıkları yer almaktadır.

KOLay Bİlgi Seti'ne, KOBİ'lerimizin ilgi duyacağı ve başvuru kaynağı olarak istifade edeceği yeni kılavuzlar eklenmesine yönelik çalışmalarımız devam etmektedir. Bu çalışmalar sonucu “Sanayide İnovasyon Yönetimi” (16), “5S Kılavuzu” (17) ve “Stratejik Yönetim Kılavuzu” (18) adlı kitapçıklar seriyeye eklenmiştir.

İstanbul Sanayi Odası olarak, sanayimizin rekabet gücünün artırılmasına yönelik çalışmaları için KOLay Bİlgi Seti'nde yer alan kılavuzların hazırlığında emeği geçen ISO-KATEK üyelerine teşekkür ediyoruz.

Kolay Bİlgi Seti içerisinde yer alan kitapçıklarımızın üyelerimize ve tüm sanayi kuruluşlarımıza yararlı olmasını diliyoruz.

Saygılarımızla,

### **C. Tanıl KÜÇÜK**

İstanbul Sanayi Odası

Yönetim Kurulu Başkan



## Kısaltmalar

<b>ISO:</b>	Istanbul Sanayi Odası
<b>ISO-KATEK:</b>	Istanbul Sanayi Odası Kalite ve Teknoloji İhtisas Kurulu
<b>KOBİ:</b>	Küçük Ve Orta Büyüklükteki İşletme
<b>TTGV:</b>	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
<b>TÜBİTAK:</b>	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
<b>TÜSSİDE:</b>	Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü
<b>DMAIC:</b>	Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme-Kontrol (Design-Measure-Analyze-Improve-Control)

## 1. Giriş 1. GİRİŞ

Günümüzde pazar şartları hızlıca değişiyor. Sanayi şirketleri açısından bakıldığında müşteri beklentileri artıyor, aynı zamanda içerik ve şekil değiştiriyor. Her geçen gün yeni bir şirketin kurulması pazarı küçültüyor ve rekabeti artırıyor. İletişimin ve ulaşımın kolaylaşması küresel oyuncuları bölgesel pazarlara taşıyor. Pazarda artık "yüksek rekabet"ten çok "yüksek risk" kavramları telaffuz ediliyor.

Bu yüksek rekabet ve risk ortamında şirket yöneticilerinin aradığı çözüm "şirketi neyin başarılı edeceği" değil, "şirketi neyin başarılı tutacağıdır". Yani aranan anlık rekabet gücü değil, şirketin pazarda kalmasını ve sürdürülebilir olmasını sağlayacak çözümlerdir.

Pazarda sürdürülebilir rekabet gücü elde etmenin bir formülü ve etkin bir yöntemi var mıdır? Var ise nedir ve şirketlerimize uygulanabilir mi?... Yöneticilerimiz artık bu ve benzeri sorularla yüzleşmekte ve çözüm yolları aramaktadır.

Kurumsal ve özellikle finansal başarı sağlamak için şirketler geçmişte olduğu gibi günümüzde de "Toplam Kalite Yönetimi" gibi değişik tekniklerden ve yöntemlerden istifade ediyor olabilir. Bu yöntemleri uygulayarak hedeflerine ulaşmış şirketler olabileceği gibi, metotlardan istediği faydayı elde edememiş şirketlerde olabilir. Sonuç olarak, 6-Sigma metodu da kulağa diğer bahsedilen metotlardan sadece birisi gibi gelebilir.

6-Sigma metodunun diğer metotlarla bazı benzerlikleri olabileceği gibi önemli farklılıkları da mevcuttur. Diğer metotlara kıyasla, en önemli farklılıklarından bir tanesi metodun uygulamadaki etkinliğidir. İlk uygulama 1980'lerde Motorola şirketi tarafından

olmasına rağmen, metodun yaygın bir şekilde duyulması şirketlere net, somut, ölçülebilir finansal kazanımlar sağlamasından sonradır. Diğer bir deyişle 6-Sigma'nın ürettiği sonuçlar metodun sesi olmuş, sadece sanayi şirketlerinin değil dünyadaki tüm organizasyonların dikkati çekmiştir.

*6-Sigma direkt kazandırma odaklıdır; tüm iş ve süreçlerini şirketin karlılığına odaklar. Günceldir; en son geliştirilmiş etkin ve verimli yaklaşımları kullanır. Kullanımı kolaydır; büyük-küçük tüm sektörlerdeki şirketler hâlihazırda metottan istifade etmektedir. Esnektir; değişik kültür ve değerlere sahip çalışanları ortak misyon, vizyon ve hedefler altında toplayabilir. Sürekli iyileşme sağlar; rakamlara endekslenmiş sistematigi ile kurumsal değişimi cesaretlendirir, gelişmeye ve iyileşmeye fırsat sağlar.*

Küresel rekabetin her geçen gün biraz daha fazla hissedildiği ülkemizde, 6-Sigma metodunun yukarıda anlatılan özellikleri dolayısı ile (özellikle KOBİ düzeyindeki) şirketlerimize bir fırsat ve bir çıkış yolu oluşturacağı muhakkaktır.

### 6-Sigma Metodunun Etkin Kullanımı...

Kurumsal iyileştirme çalışmalarının yapıldığı her yerde olduğu gibi, 6-Sigma çalışmaları ile ilgili de bir gerçek vardır. Bunların en baştan bilinmesi gereklidir. Şirketin kaynaklarını israf etmemek, yönetimin ve çalışanların motivasyonunu düşürmemek ve kısa zamanda kârlı sonuçlar elde etmek için iki önemli faktöre dikkat edilmelidir:

- Birincisi: Genel anlamda iyileştirme çalışmalarının tümünde etkin ve verimli bir rehber, bilgi seti veya metot gereklidir. 6-Sigma kapsamında yapılan iyileştirme

çalışmalarında bu eksikliği 6-Sigma metodu kapatacaktır.

• *Bilgi ve metot rehberliğinde yapılmayan çalışmalar bir müddet sonra deneme-yanılma döngüsüne girmekte ve kaynaklar israf edilmektedir.*

• İkincisi: Uygulama etkinliği veya performansıdır. Yani metotta ön görülen çalışmaların veya öğretilerin reel süreçlere etkin bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

• *Doğru uygulama olmadan bilgilerin bir önemi kalmamaktadır. Burada ki en büyük zaaflardan birisi uygulama sürecinde çalışanların sabırsız davranıp eski alışkanlıklarına dönmesi, eski yöntemlere göre süreci işletmesidir. Bu aşamada yönetimin inanmışlığı, istikrarlı tutumu ve desteği şarttır.*

6-Sigma metodunun en belirgin özelliklerinden birisi tüm süreçlerini müşteriye memnun edecek şekilde organize etmesidir. Bu anlamda, etkin ve kârlı bir 6-Sigma projesi belirlemek ve tamamlamak için müşteriye iyi tanımak gereklidir.

Bu amaca hizmet etmek için 6-Sigma metodunun teknik çalışma prensipleri anlatılmaya başlanmadan önce kılavuzun başında müşterilerin beklentileri, memnuniyeti ve reaksiyonları ile ilgili özet bilgilendirmeye yer verilecektir.

Kılavuzun takip eden bölümlerinde ise metodun çalışma şekli örnek bir proje üzerinde uygulama yapılmak yöntemi ile sunulacaktır.

## 2. 6-SİGMA NE KAZANDIRIR?

Japon rekabetçilere karşı ayakta kalma ve yaşama mücadelesi veren Motorola, geliştirmiş olduğu 6-Sigma felsefesi ile 1987'de başlatmış olduğu çalışmaların meyvelerini sadece 10 yıl sonra (1997'de) büyük bir kazanımla toplamıştır. Şirket çalışan sayısını 71,000 den 130,000'lere, satışlarını 5-kat fazlaya, karlılığını da %20 seviyelerine çıkarmıştır. Bu yıllar arasında şirket ayrıca toplam 14 milyar dolar tasarrufa ve her yıl ortalama %21,3 artan borsa değerine ulaşmıştır.

Allied Signal (Honeywell) 1991'de başlatmış olduğu 6-Sigma çalışmaları sayesinde her yıl 600 milyon dolar tasarruf, yeni ürün geliştirme sürecinde %25 kısalma, üretim verimliliğinde %6 artış, şirket tarihinde rekor karlılık (%13), borsa değerinde yıllık ortalama %27 artış değerlerine ulaşmıştır.

Metodun dünya genelinde duyulmasına ve uygulanmasına öncülük eden General Electric (GE) 1995'de başlatmış olduğu 6-Sigma çalışmalarından sadece birkaç yıl sonra uzun yıllar sürdürmüş olduğu %10'luk karlılık seviyesini %15'in üzerine çıkarmıştır. Buna ek olarak 1997'de 750 milyon, 1998'de 1,5 milyar, 2000'ler de ise 5 milyar dolar seviyesinde ekstra gelir sağlamıştır.

Takip eden yıllarda uygulamaya geçen Black&Decker, Dupont, Dow Chemical, Johnson&Johnson, Federal Express, Kodak, Polaroid, Sony, Toshiba ve diğer dünya genelinde birçok şirket ve organizasyon benzer başarı hikâyeleri ile bu serüvene katılmıştır ve hâla katılmaktadır.

6-Sigma tahmin edildiği üzere yeni bir bakış açısı ile organizasyonlarda "kalite-odaklı"

## 2. 6-Sigma Ne Kazandırır?

### 3. Metodun Getirdiği Yeni Bakış Açısı

yapılanma ve iyileştirme çalışmalarından ibaret bir yaklaşımı ve felsefeyi ifade etmektedir.

6-Sigma yönteminin 1960'lardan sonra uygulanan "sıfır-hata", "kalite-bedava", "kalite kontrol" ve özellikle 1980-90 arası çokça ismini duyuran "toplam kalite yönetimi" gibi diğer kalite-odaklı yaklaşımlardan farkı ne idi?

Yukarıda bahsedilen somut başarıların sırrı ne idi? Metodun Motorola şirketinde ilk uygulamasından günümüze kadar yaklaşık 20 yıl geçmesine rağmen hala ona artan ilginin ana sebebi ne olabilirdi? Dünya devi GE'nin efsanevi CEO'su Jack Welch, elektrik ampulünün mucidi Thomas Edison ile başlayan 125 yıllık çok başarılı geçmişine rağmen niçin "6-Sigma'ya geçiş GE'nin şimdiye kadarki en ciddi hamlesi olmuştur" demişti. Jack Welch niçin "6-Sigma GE'yi ilelebet değiştirmiş, 6-Sigma'ya inanan personel şirketi yeni yüzyıla taşıyacak kişiler olacaktır" demiştir.

Uluslararası şirketleri başarıya taşıyan bu yaklaşım değişik ülkelerde, değişik sektörlerde, değişik şirketlerde de uygulanabilir mi? Kısaca ülkemizdeki şirketlere, özellikle sayıları 1 milyonu aşan ve toplam sanayi girişimlerinin yaklaşık %98'i oluşturan (KOBİ dediğimiz) Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelere de uygulanabilir mi? KOBİ'lere başarılı yarımlar için fırsatlar oluşturabilir mi? Kısaca EVET... Peki, NİÇİN ve NASIL?

Yukarıda yöneltilen sorular sırası ile aşağıdaki bölümlerde ele alınacak ve açıklanmaya çalışılacaktır. Burada sunulan kılavuzun okuyucuya katma-değerini arttırmak için 6-Sigma çalışması örnek bir proje kullanılarak adım-adım uygulamalı anlatılacaktır. Ama her şeyden önce 6-Sigma farklılığını en başta ele almak daha uygun olacaktır.

### 3. METODUN GETİRDİĞİ YENİ BAKIŞ AÇISI

Günümüze kadar kullanılmış en yaygın kalite-odaklı iyileştirme çalışmaları yukarıda ifade edilmişti. 6-Sigma metodunun diğerlerine kıyasla getirdiği yeniliği anlamak için Jack Welch'in aşağıdaki açıklamasına bakalım:

"En iyi 6-Sigma projeleri şirket içinde değil, şirket dışında başlar ve -müşteriyi nasıl daha rekabetçi yapabiliriz?- sorusuna cevap arar. Müşterinin başarılı olması için kritik olan nedir? Keşfetmiş olduğumuz açık bir gerçek var ki şudur: Müşteriyi daha başarılı yapmak için ne yaptık ise bu bize finansal kazanım olarak geri dönmüştür."

Yukarıdaki ifadeden de anlaşılacağı üzere diğer benzer yaklaşımlara kıyasla 6-Sigma yaklaşımının ilk önemli farkı ve avantajı şirketin tüm operasyonlarını şirket dışındaki en önemli faktöre, varlık sebebine, yani müşterisine odaklı yapmasıdır. Şirketin rekabetçi olması ve sürdürülebilir kalması müşterisini memnun ettiği süredir. Buradan elde edilen çıkarım şudur: Tüm ölçümler ve performans göstergeleri müşteri memnuniyetine endekslenmelidir.

Diğer metotlarda müşteri memnuniyeti dikkate alınmış olsa dahi müşterinin gerçekten ne istediğini anlamada veya şirketin iç süreçlerini müşteri isteklerine göre yapılandırmada (6-Sigma'ya kıyasla) etkin çalışmalar yapılamamıştır.

Yöntemin ikinci önemli farkı ise tüm şirket çalışmalarının gerçek verilere dayalı olarak yapılmasıdır (Management by Fact). Her şeyden önce bir 6-Sigma projesinin başlatılabilmesi için şirketin bu konudan dolayı hâlihazırda ne kadar finansal zararda olduğunun (ne kadar mağdur olduğunun veya ne kadar fırsat kaçırdığının) ve proje

tamamlandığında ne kadar finansal kazanımda olacağını belirlenmesi ve rakamlarla ifade edilmesi ön şarttır. Ayrıca proje çalışmaları sırasında ele alınacak tüm iş paketlerinin müşteri memnuniyeti ve şirket karlılığı ile somut rakamlar kullanılarak ilişkilendirilmesi temel esastır.

*Diğer kalite çalışmalarında odak noktası ya yönetim ya da ürünler/prosesler olmuştur. Özellikle yönetime odaklı çalışmalar daha çok soyut hedefler veya soyut kavramlar üzerinden olmuştur. Şirketi bir bütün olarak ele alıp etkin iyileştirme çalışmaları yapılamamıştır. Ayrıca, bu çalışmaların birçoğunda başarı kriterleri şirketin finansal kazanımı veya müşteri memnuniyeti ile ilişkilendirilmemiştir.*

İki önemli farklılığını belirttikten sonra 6-Sigma yaklaşımının tanımı aşağıdaki gibi genelleştirilebilir:

*“Şirketlerin rekabetçiliklerini, sürdürülebilirliklerini ve kârlılıklarını maksimize etmeye çalışan kapsamlı ve esnek sistemdir. 6-Sigma gerçek müşteri ihtiyaçları ile; gerçek verilerin ve istatistiksel analizin sistematik kullanımı ile; iş süreçlerinin dikkatlice yönetilmesi, iyileştirilmesi ve tekrar keşfedilmesi ile çalışan bir modeldir.”*

Not: Şirketlerin gerçek başarı kriterleri (veya hedefleri) müşterilerin kazanımına (müşterilerin beklentilerine) veya şirketin finansal kazanımına endeksli olması gerekir. Fakat bu kriterler değişik şekillerde de ifade edilebilir. Bunlara örnek şu kriterler verilebilir: Maliyetlerin düşürülmesi, üretim verimliliğinin artırılması, pazar payının artırılması, müşteri sadakatinin artırılması, ürün çevrim sürecinin kısaltılması, hata oranının düşürülmesi ve kültür değişiminin gerçekleşmesi.

## 4. KÜRESEL PAZARDA YENİ REKABET ŞARTLARI

### 4.1 Müşteri beklentilerinde yeni trendler

Yukarıda açıklandığı gibi 6-Sigma yaklaşımının belirgin bir şekilde başarılı olmasının en önemli nedeni “müşteri”yi çalışmaların merkezine koymasıdır. Diğer bir deyişle, tüm çalışmalar ve operasyonlar şirket içi hedeflerin karşılanması için değil, müşteri memnuniyetinin artırılması için tasarlanmaktadır.

Gerek ürün ve prosesler seviyesinde gerekse de kurumsal düzeyde olsun daha önce kullanılan “kalite kontrol” veya “toplam kalite yönetimi” felsefelerinde de müşteri beklentilerine önem verilmekteydi. Fakat diğerlerine kıyasla 6-Sigma yaklaşımı müşteriye ve beklentilerini daha iyi tahlil etmekte, müşteriye giden süreçleri daha bütünsel görebilmekte ve her şeyi somut, rakamlarla ifade etmeye çalışmaktadır.

Bu anlamda, müşteriye odaklı ürünler ve hizmetler götürebilmek için küresel pazardaki gelişmeleri iyi gözlemlemek ve müşteri beklentilerindeki yeni trendleri iyi algılamak gereklidir.

Uluslararası şirketlerin bölgesel pazarlara kadar ulaşabilmesi pazardaki arzı ve seçeneği arttırmıştır. İletişim (ulaşım) kanallarının yaygınlaşması (kolaylaşması) ise müşterilerin daha çok seçeneği değerlendirmesine dolayısı ile bilinçli olmasına imkân sağlamıştır. Bahsedilen değişimler doğal olarak müşteri beklentilerinin artmasına sebep olmuştur.

Müşteri artık kendine daha yüksek “katma-değer”i sunan ürünlere ve hizmetlere yönelmektedir. Sonuç olarak bu yeni dönemde, şirketlerin pazarda kalma şansları, müşteriye sunmuş oldukları katma-değere bağımlı olarak değişmektedir.

## 4. Küresel Pazarda Yeni Rekabet Şartları

Bu noktada dikkat edilmesi gereken husus "katma-değer" in ne anlama geldiğidir. Müşteri açısından bakıldığı zaman katma-değer, ne "kaliteli ürün" nede "ekonomik/ucuz ürün"dür. Her ikisine de bağımlıdır ama sadece onlar değildir. Aslında "katma-değer" aşağıda açıklanacağı üzere müşterinin bir bedel ödemededen aldığı ürün, hizmet veya faydadır.

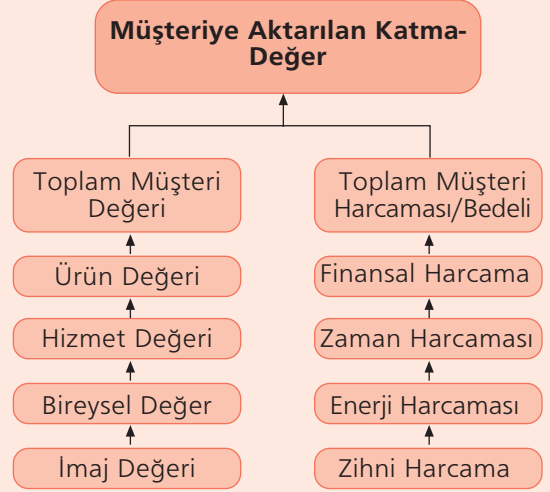
#### 4.2 Müşteriler neye para öder ve nasıl öder?

Müşteriye sunulan katma-değerin iyi anlaşılması için bu konuyu ve kavramı biraz daha açmakta fayda vardır. Şirket ile müşteri arasında gerçekleşen alış-veriş esnasında şirket müşterisine bir "değer" sunmaktadır. Buna karşılık müşteride şirkete bir "bedel" ödemektedir. Burada bilinmesi gereken şudur. Şirketin müşteriye sunduğu "değer" sadece "ürün" değil, müşterinin şirkete ödediği "bedel"de sadece "para" değildir!

Mevcut rekabet ortamında müşterinin üreticiden beklediği değerler 4 değişik kategoriye ayrılır ve hepsi birden müşteriye sunulan "toplam değer"i oluşturur. Bunlar sırası ile: Ürün (kalitesi, fonksiyonları, vb.), satış sonrası hizmet (yaygınlığı, kalitesi, vb.), alış-veriş esnasında müşterinin yaşadığı bireysel tecrübe (saygı duyulma, onurlandırılma, keyifli ve seviyeli bir diyalog, vb.) ve son olarak firmanın veya ürünün müşteriye aktardığı imaj değeridir.

Buna karşılık müşterinin ödediği bedelde 4 değişik kategoride olmaktadır ve hepsi birden ödenen "toplam bedel"i (harcamayı) oluşturmaktadır. Müşterinin ödediği bedeller ise şunlardır: Ürüne karşılık ödenen para, ürüne ulaşmak ve satın olmak için harcanan zaman, ürünü satın alıncaya kadar harcanan enerji (e-mail, telefon, araçla seyahat etme, vb.) ve son olarak ta bu alış-verişi yapıncaya

kadar müşteride oluşan zihinsel veya duygusal yorgunluk. Müşteriye aktarılan katma-değerin bileşenleri Figür 1'de özetlenmektedir.



**Figür 1: Müşteriye Aktarılan Katma-Değerin Bileşenleri.**

"Katma-değer" ise şirketin müşteriye sunduğu "toplam değer" ile müşterinin şirkete ödediği "toplam bedel" arasındaki farktır. Kısaca, müşterinin bir bedel ödemededen aldığı değer olarak da düşünülebilir. Diğer bir deyişle müşterinin "bedava"ya aldığı ürün ve hizmettir.

Sonuç olarak küresel pazarda yeni müşteri beklentileri katma-değeri yüksek ürünler veya hizmetler etrafında oluşmaktadır. Müşterinin satın alma esnasındaki eğilimi ne sadece kaliteli ürüne nede sadece ekonomik ürüne doğrudur. Müşteri kendini daha kârlı yapacağını düşündüğü (yani katma-değeri yüksek, bedavaya daha fazla alacağı) ürünlere yönelmektedir.

### 5. REKABET İÇİN YENİ FIRSATLAR

Müşterinin satın alma kararını en çok ürünün sahip olduğu katma-değerin etkilediği veya satın alma davranışını bu değer yönlendirdiği yukarıda ifade edilmişti. Katma-değerin bileşenleri de Figür 1'de tekrar özetlenmişti. Bu bilgiler eşliğinde aşağıdaki bir kaç sorunun yanıtını aramağa çalışalım. Bu soruların cevaplarında şirketler için yeni fırsat alanları da ortaya çıkmış olacaktır.

**Soru 1:** Ülkemizdeki birçok sektörde Çin (veya Uzakdoğu) tehdidinden bahsedilmektedir. Artık şirketlerimizin rekabet gücünün kalmadığından bahsedilmektedir. Eğer müşterinin satın alma kararını katma-değer etkiliyor ise, Çin hangi katma-değer bileşenlerinde rekabetçi olmakta, hangilerinde zayıf kalmaktadır (Lütfen Figür 1'i inceleyiniz)?

*Cevap 1: Çin dünya pazarına (gelişmekte olan ülkelerin ürünlerine kıyasla) kaliteli ürünü ekonomik fiyata sunmaktadır. Rekabetçi olduğu konular bunlardır. Fakat "ürün" ve buna karşılık "finansal harcama"nın dışındaki konularda rekabetçi değildir.*

**Soru 2:** Japon markası Casio saatleri çok kaliteli, fonksiyonel, ekonomik (sadece 20-30 dolar) ve kolaylıkla bulunabilir (her satış noktasında) olmasına rağmen, çok pahalı (5 bin dolar ve üzeri) ve kolay bulunamayan (çok az satış noktalarında) Rolex saatleri nasıl satabilmekte ve üretici şirket nasıl sürdürülebilir olmaktadır?

*Cevap 2: Casio kaliteli ürün, yaygın hizmet/servis konusunda rekabetçidir ve bu konularda müşteriye değer sunmaktadır. Ayrıca ekonomik fiyatları ile düşük finansal harcamaya sebep olması ve zahmetsiz*

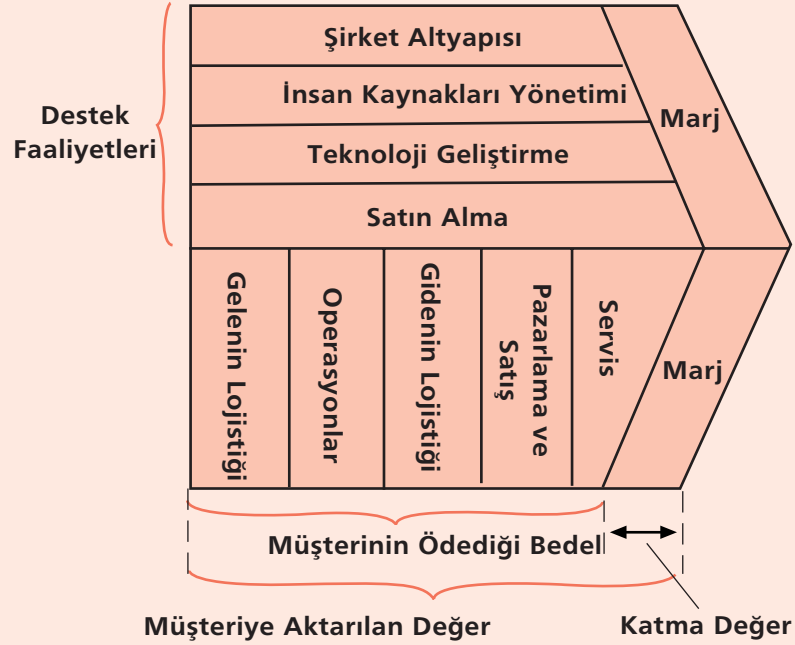
*ulaşılabilmesi ile de az zaman, enerji ve zihinsel yorgunluğa sebep olması ile müşterisine düşük bedel ödeterek rekabetçi olmaktadır.*

*Rolex'in ise Casio'ya kıyasla rekabetçi olduğu kısımlar sadece müşterisine sunduğu ayrıcalıklı (bireysel) müşteri değeri (alış-veriş esnasında müşterisine hissettirdiği saygınlık ve değer) ve imaj değeridir. Diğer konularda Casio'ya karşı rekabetçi olmamasına rağmen aktardığı bu iki değerden dolayı müşteri binlerce dolar bedel ödemekte ve şirkette sürdürülebilir rekabetini korumaktadır.*

Burada paylaşılan örnek sorular ve cevaplardan da anlaşılacağı üzere küresel pazarlarda müşteri beklentileri artık farklılık göstermektedir. Şirketler oyunu ya yeni kurallarına göre oynayarak pazarda tutunacaktır ya da eski kurallarda ısrar edip pazarın dışına itilecektir.

Buna karşılık, pazardaki trendleri yakından takip eden, müşterinin satın alma davranışlarını iyi algılayıp ona hızlıca cevap verme kabiliyetinde olan şirketler içinde de yeni pazar fırsatları doğmaktadır.

Rekabet gücünü arttırma amacına yönelik olarak, potansiyel iyileştirme alanlarını belirleme çalışmasında resmin bütününe bakmakta fayda vardır. Müşteriye aktarılan katma-değerin derecesi ve buna bağlı olarak ta şirketin finansal performansı sadece üretim operasyonlarına bağlı değildir. Aktarılan-değeri ve finansal performansı daha uzun bir süreç etkilemektedir. Bu uzun sürece "değer-zinciri" denilmektedir ve şirket içi tüm faaliyetleri kapsamaktadır (Figür 2).



**Figür 2. Değer Zinciri**

Değer-zinciri, ham-madde tedarikinden başlayan ve ürünlerin müşteriye sunulmasından sonra sahada servislerinin verilmesine kadar uzanan süreci kapsamaktadır. Yukarıda bahsedilen müşteri katma-değerini arttıran rekabetçi olmak isteyen şirketler değer-zincirindeki aşamalarda iyileştirmeler yaparak rekabetçi güçlerini arttırabilirler. Çünkü müşteriye aktarılan değerlerin ve müşterinin ödediği bedellerin (harcamaların) oluşumunda değer-zincirinde bulunan aşamaların performans ve maliyetleri büyük rol oynar.

Daha stratejik bir bakışla iyileştirme çalışmaları tedarikçileri, şirketin kendisini, dağıtım ağını

ve hatta müşteriye satış noktalarını da içerebilir. Bu uzun sürece "değer aktarım ağı" denir ve en kapsamlı ve buna karşılık iyileştirme imkânları açısından en fırsatlarla dolu alanı oluşturur. Örneğin blue-jeans üreten bir şirketin değer aktarım ağında sırası ile iplik üretimini yapan şirket, kumaş dokumasını yapan şirket, kesim ve dikimi yapan şirket (kendi şirketi), satışları yapan perakendeci şirket(ler) ve son olarak müşteriler bulunmaktadır.

Geleneksel yöntemleri kullanan şirketlerin çoğu iyileştirme çalışmalarında sadece kendi sınırları içinde kalmakta, dolayısı ile

iyileşme imkânları da belirli seviyelerde sınırlanmaktadır. Değer-zincirini ve değer aktarım ağını belirlemiş ve yöneten yenilikçi şirketlerde ise iyileştirme (diğer şirketlerle stratejik işbirlikleri sonucu) çok daha büyük olabilmektedir. Bu tür yapılanma da yeni bakış açısına sahip şirketleri daha kolay rekabetçi yapabilmektedir.

Özetle, bu bölümde anlatılan kavramlar ve kapsamlar müşterilerin önem verdiği ve dolayısı ile rakip şirketlere göre farklılık oluşturarak rekabetçi fırsatı yakalanabilecek konuları üst-düzeyde anlatmaya çalışmıştır. Şirketler artık sadece ürün kalitesi ve ürün fiyatı ile rekabet etmekten vazgeçip değer aktarım ağına yapacakları stratejik hamlelerle müşteriye aktaracakları katma-değeri arttırmaya çalışmalıdırlar.

## **6. MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ NASIL SAĞLANIR?**

Şirketin başarılı olması için finansal gelirinin asıl kaynağı olan müşterisini memnun etmesi gereklidir. Müşterinin memnun edilebilmesi için müşterinin ne istediğinin bilinmesi gerekir. Bu konuya açıklık getirebilmek için aşağıda sırası ile müşterinin beklentilerinin oluşumu, müşterinin kendine sunulan değerleri algılama şekli ve müşteri reaksiyonları anlatılmaya çalışılacaktır.

### **6.1 Müşteri Beklentisi Nasıl Oluşur?**

Bir müşterinin bir üründen veya hizmetten beklentisi henüz satın alma işlemi olmadan önce oluşmaya başlar. Ürün hakkında arkadaş tavsiyeleri, üretici şirketin ürün hakkında sunduğu bilgiler, geçmiş tecrübeler, rekabetçi şirketlerin sunduğu bilgiler, üretici şirketin kampanya sırasında vaat ettikleri otomatik olarak müşterinin kafasında ürün hakkında bir beklenti oluşturur. Beklenti seviyesi verilen bilgilerin dozuna göre bazen ürünün sunabileceği değerden fazla bazen de az olabilmektedir.

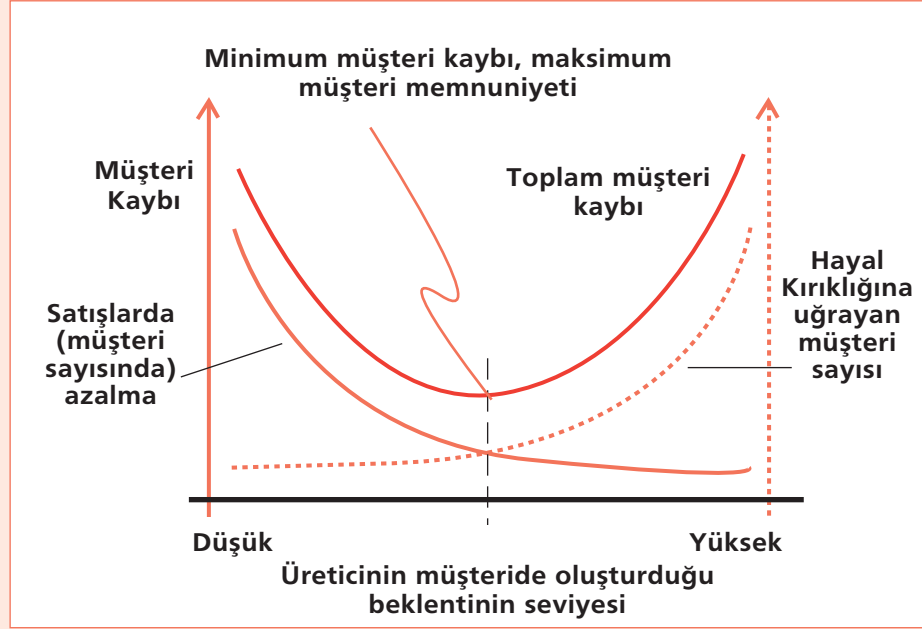
Eğer şirketler ürünleri hakkında fazla reklâm ve bilgilendirme yapmaz ise müşterinin kafasında düşük beklenti oluşturur. Buda doğal olarak az farkındalık ve müşteri kaybı demektir. Bunun aksi olarak, eğer şirket fazla reklâm ve vaatlerde bulunursa müşteride fazla beklenti oluşturur. Fazla beklenti ile ürünü satın alan müşterilerde de beklentinin yüksekliğine göre hayal kırıklıkları oluşur. Buda memnuniyetsiz müşterin artmasına ve uzun vadede müşteri kaybına neden olur.

Buradan çıkarılması gereken sonuç şudur: Şirketler, gerçekten sunabilecekleri değeri

## **6. Müşteri Memnuniyeti Nasıl Sağlanır?**

vaat edip vermiş oldukları sözü tutmak için çalışmalıdırlar! Aktarabileceği değerden ne az nede fazla beklenti oluşturmamalıdırlar.

Müşteri kaybını en aza indirmek için en uygun dengeyi bulmalıdırlar. Figür 3 beklentilere göre müşteri kaybını ve müşteri kaybının en az olacağı seviyeyi örneklemektedir.



Figür 3. Beklenti Seviyesi ve Müşteri Kaybı

## 6.2 Müşteri Algılaması ve Müşteri Reaksiyonu Nasıldır?

Müşterilerin memnuniyeti kendilerine sunulan katma-değere göre değişiklik gösterir. Müşteri beklenti seviyesinin satış anına kadar oluştuğu yukarıda ifade edilmişti. Müşteri ürünü alıp kullandıktan sonra 3 değişik ihtimal ortaya çıkar:

- Ürün müşterinin beklentilerini karşılamaz. Müşteri memnuniyetsiz olur. Sonuç olarak

ürünü tekrar almaz ve negatif reklâm yapar.

- Ürün müşterinin önceden oluşan beklentilerini karşılar. Bunun sonucu olarak müşteri memnun olur.

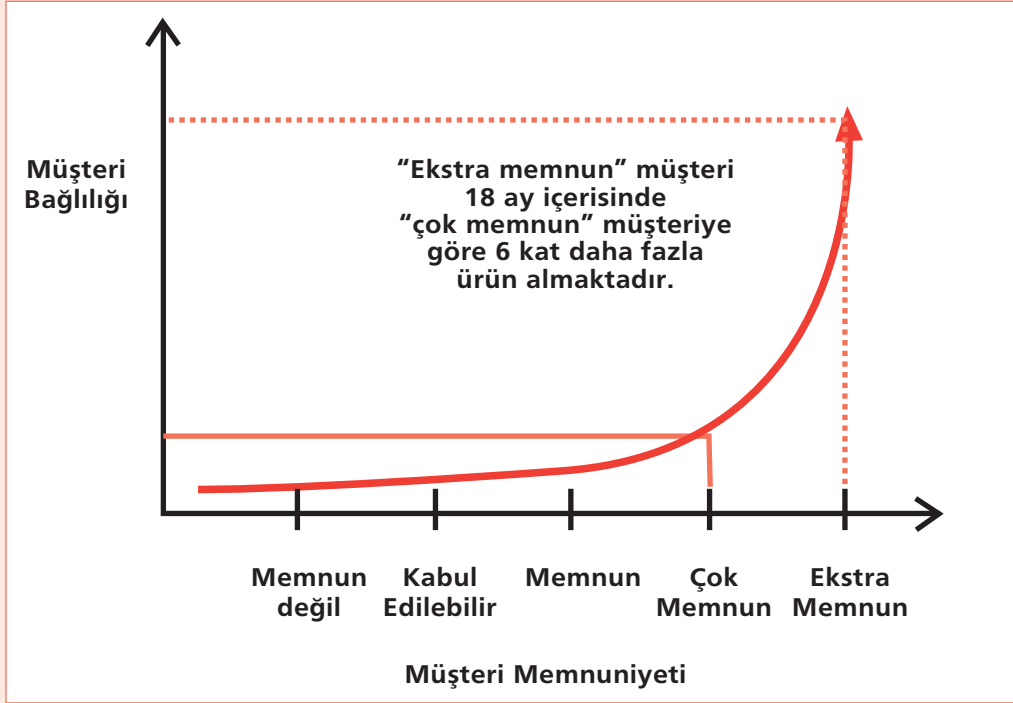
- Ürün müşteri beklentilerini aşar. Müşteri ekstra memnun olur. Müşteri ürünü sahiplenir ve ürün hakkında reklâm yapmaya başlar.

Müşterinin üründen memnun kalması ile ekstra memnun kalması arasında çok fark vardır. Memnun kalan müşteriye göre ekstra

memnun olan müşteri 18 ay içerisinde 6 kat daha fazla alış-veriş yapar. Bu veriler şirketlerin müşterilerini ekstra memnun etmesinin ne kadar önemli, şirkete getirisinin de ne kadar

fazla olduğunu göstermektedir.

Figür 4 müşterinin memnuniyet derecesi ile alış-veriş yapma sıklığı (veya müşteri sadakati) arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Figür 4. Müşteri Memnuniyeti ve Sadakati

### 6.3 Müşteri Memnuniyetini Arttırma

Müşterinin bir üründen veya hizmetten beklentisinin nasıl oluştuğu yukarıda kısaca açıklanmıştı. Müşterinin beklentisini karşılamak için, müşterinin beklediği hedef kalite değerine uyan ürünleri müşteriye sunmak gereklidir.

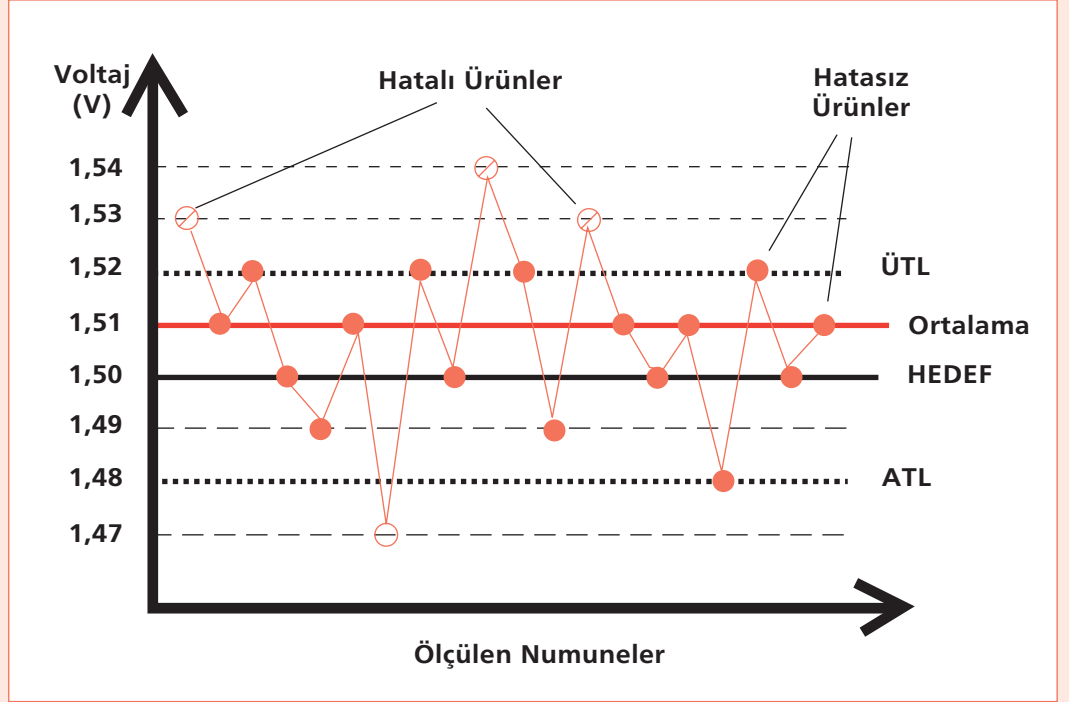
Örneğin, 1,50 Volt değerinde gerilim uygulayan bir kalem pili ele alalım. Kullanıcı

bu ürünü 1,50 Volt gerilim sağlıyor düşüncesi ile almaktadır. Üretim hattından çıkan ürünler bu değere uyuyor ise müşteri memnun, uymuyor ve sapmalar var ise memnuniyetsiz olacaktır.

Gerçek üretim süreçleri düşünüldüğünde hedeften sapmalar her zaman görülecektir. Bu sapmaların birçok sebebi olabilir. Bunlardan

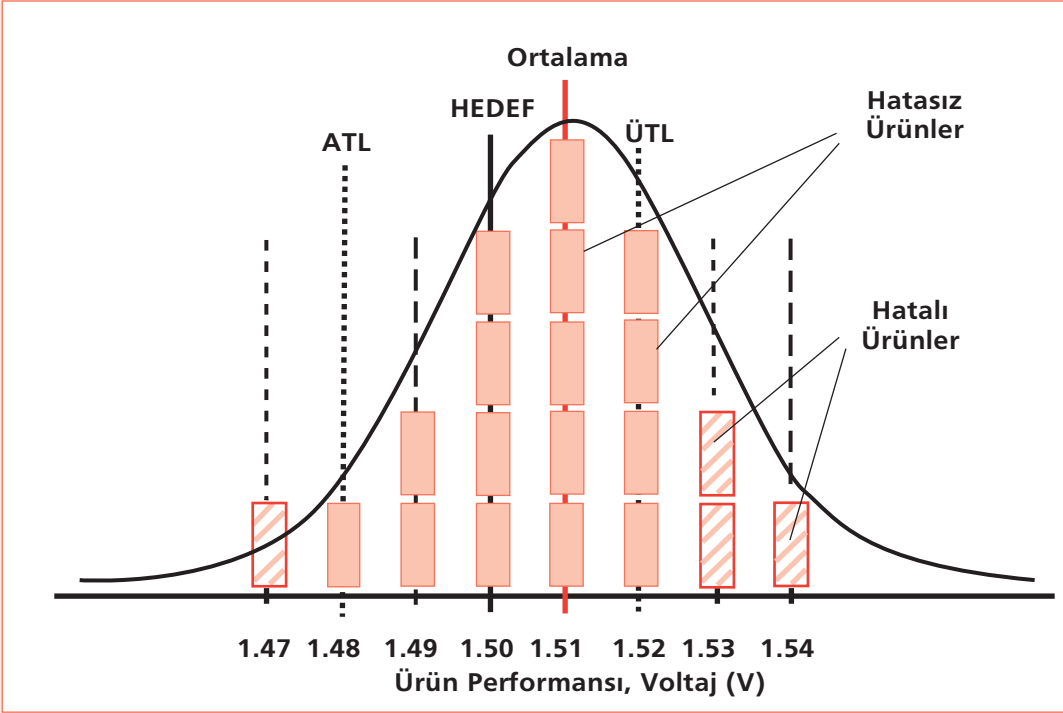
bazıları hammaddedeki değişimler, enerji kaynağındaki değişimler ve üretim prosesindeki değişimler olabilir. Figür 5'de görüldüğü üzere, değişik zamanlarda üretim hattından 20 adet ürün alındığını ve bu ürünlerin uyguladığı

gerilimin ölçüldüğünü düşünelim. (Burada müşteri beklentisine bağlı olarak alt tolerans limitinin (ATL) ve üst tolerans limitinin (ÜTL) sırası ile 1,48 ve 1,52 Volt olduğu düşünölmektedir).



**Figür 5: Örnek Ürün Seti ve Mevcut Performans Değerleri**

Örnek setten alınan bu veriler dağılım grafiğinde gösterildiği zaman ise Figür 6'daki gibi bir görünüm arz edecektir.



**Figür 6: Mevcut Ürün Performansının Dağılımı**

Figür 6'daki verilere bakıldığında performansın 1,51 Volt etrafında simetrik bir dağılım gösterdiği görülür. Yani proses çıktısının ortalaması hedef değer olan 1,50 Volttan biraz sapmıştır.

Bu tür bir proses çıktısına (veya ürün karakteristiğine) müşteri açısından bakıldığında iki önemli problem vardır. Birinci problem, proses ortalamasının hedef değer olan 1,50 Volttan sapmasıdır. Buna kısaca "hedeften sapma" problemi denir.

Figür 6'ya bakıldığında ayrıca birçok ürünün 1,51 Volt değerinin gerek altında gerekse

üstünde değer aldığı görülür. Yani ürün performansı değişkenlik göstermiştir. Buna da kısaca "değişkenlik" veya "varyans" problemi denir.

Burada ifade edilen iki problem kalite mühendisliğinin iki temel problemini teşkil eder. Bu kapsamda müşteri memnuniyetini arttırmak için yapılan iyileştirme faaliyetlerine de "hedef tutturma" ve "varyans azaltma" çalışmaları denir. Burada müşteri memnuniyetini arttırmak için hedef tutturulmalıdır (proses ortalaması 1,50 Volt üzerinde olmalıdır) ve varyans düşürülmelidir. (tüm ürünler 1,50 Volt gerilim uygulamalıdır).

## 7. Kalite İyileştirmede Sistematik Yaklaşım

### 7. KALİTE İYİLEŞTİRMEDE SİSTEMATİK YAKLAŞIM

#### 7.1 Hedef Tuturma ve Varyans Azaltma

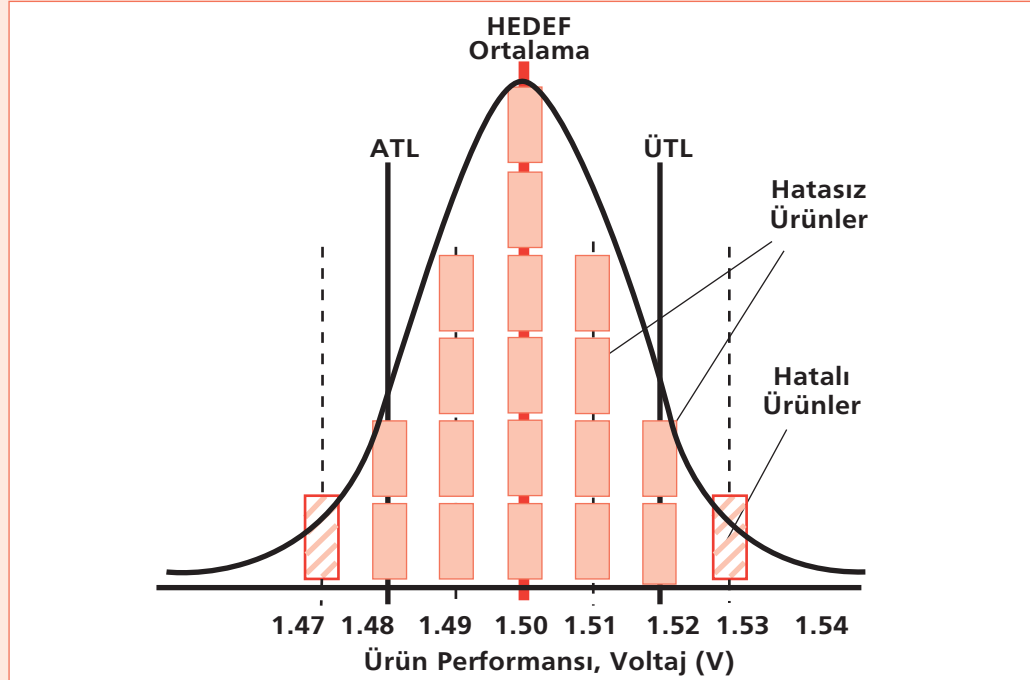
Yukarıda bahsedilen hedef tuturma ve varyans azaltma çalışmaları müşteri memnuniyeti açısından çok önemlidir. Yapılan iyileştirmeler hatalı ürün oranını azaltacak, buda üreticinin karlılığını arttıracaktır.

Bu konunun daha iyi anlaşılması için pil örneğine tekrar dönelim. Müşteri memnuniyetine bağlı olarak üretici şirket hedef gerilim değerini 1.50 Volt ve tolerans değerlerini de +/- 0,02 Volt olarak belirlemiş olsun. Figür 5 ve 6'da mevcut üretim hattından alınan ürünlerin ölçülmüş gerilim değerleri

verilmişti. Görüleceği üzere bazı ürünler alt ve üst tolerans limitlerinin dışında kalmıştır. Bu ürünler "kabul edilemez", "kullanılamaz" veya "hatalı" olarak düşünülür.

Figür 6'da sunulan mevcut durumda toplam 20 üründen 4 tanesi hatalı üründür. Bu durumda hatalı ürün oranı %20 (4/20)'dir. Hatalı ürün oranı hedeften sapmaya ve varyansa bağlı olarak değişir. Sapma ve varyans miktarı arttıkça bu oranda artar.

Proseste iyileştirme çalışmalarının olduğunu düşünelim. Hem ortalamanın hedefe yaklaştırıldığını hem de varyansın azaltılmış olduğunu kabul edelim. İyileştirme sonucunda prosesten alınan 20 adet ürünün ölçülen



Figür 7: İyileştirilmiş Yeni Ürün Performansının Dağılımı

değerleri Figür 7'de sunulduğu gibi olsun. Görüleceği üzere bu durumda kullanılabilir kaliteli ürün sayısı artacak, tolerans limitleri dışında kalan kalitesiz, hatalı ürün sayısı da azalacaktır. İyileştirilmiş durumda hatalı ürün sayısı 2'ye, hatalı ürün oranı da böylece %10 (2/20)'a düşmüştür. Burada toplam üretim âdeti düşünüldüğünde %10'luk bir iyileşme olmuştur.

Gerçek süreçlerde prosesin ortalama değeri genellikle hedef değer ile aynıdır. Hedeften sapma olsa bile az bir çalışma ile hedef tutturulur. Bu durumda üretim prosesinin kalitesi (diğer bir deyişle hatalı ürün oranı) varyansa bağımlı olmuş olur. Sonuç olarak, kalite seviyesi (hata oranı) ile varyans arasında direkt bir ilişki olduğu söylenebilir.

## 7.2 Varyans ve Kalite Seviyesi

### 7.2.1 Standart Sapmanın ve Varyansın Hesaplanması

İmalat süreçlerindeki değişkenliklerden dolayı ürün performansının hedef değerden saparak değişkenlik gösterdiği yukarıda belirtilmişti. Doğal olarak her üretilen ürünün (parçanın) hedeften sapma miktarı farklı olacaktır. Birden fazla parça üretimine sahip yerlerde (örneğin seri-üretim hatları gibi) hedeften sapma miktarının ortalama değeri "standart sapma" terimi ile ifade edilir ve " $\sigma$ " işareti ile gösterilir. Ortalama "değişkenliği" temsil eden "varyans" terimi ise " $V$ " ile ifade edilir ve standart sapmanın karesi alınarak ( $V=\sigma^2$ ) hesaplanır.

Örneğin, yukarıda (Figür 5 ve 6'da) verilen örnek veri seti için standart sapma ve varyans aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\sigma_{\text{mevcut}} = \sqrt{\frac{(y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_n - \bar{y})^2}{n - 1}} = 0,0174 \text{ Volt}$$

$$V_{\text{mevcut}} = \sigma^2 = 0,00030 \text{ Volt}$$

Yukarıdaki hesaplama göre, mevcut ürün performansının standart sapması  $\sigma_{\text{mevcut}}=0,0174$  Volt ve varyansı  $V_{\text{mevcut}}=0,00030$  Volt<sup>2</sup> dir. Tolerans limitlerinin +/- 0.02 Volt olduğu bu durum için kalitesiz, hatalı olarak sınıflandırılan ürün oranı yaklaşık %20 olarak belirlenmişti (Figür 6).

Aynı hesaplar Figür 7'de sunulan iyileştirilmiş yeni durum için yapıldığında bu değerler  $\sigma_{\text{yeni}}=0,0153$  Volt ve  $V_{\text{yeni}}=0,0023$  Volt<sup>2</sup> olarak bulunur. Yeni durumda hem standart sapma hem de varyans değerinin azaldığı görülmektedir. Bu duruma denk düşen hatalı ürün sayısı da %10 olarak belirtilmişti (Figür 7).

Görüleceği üzere tolerans limitleri aynı kaldığı sürece standart sapma değerindeki düşüş hatalı ürün oranını azaltmakta, kaliteli ürün oranını da arttırmaktadır.

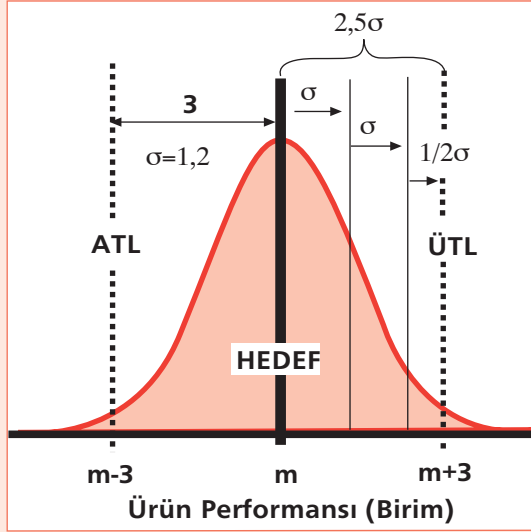
### 7.2.2 Sigma Kalite Seviyesinin Belirlenmesi

"Sigma Kalite Seviyesi" tolerans değerinin (ÜTL-Hedef veya Hedef-ATL) standart sapma değerine ( $\sigma$ ) bölünmesi ile hesaplanır ve tolerans bandına/aralığına kaç adet  $\sigma$  değeri sığdırılabileceğini gösterir.

Örneğin, bir ürünün tolerans aralığı Figür 8'de görüldüğü gibi +/- 3 birim olsun. Eğer üretimden gelen ürünlerin mevcut standart sapma değeri ( $\sigma$ ) 1,2 birim ise, bu durumda:

$$\text{Sigma Kalite Seviyesi} = \frac{\text{ÜTL} - \text{Hedef}}{\sigma} = \frac{3}{1,2} = 2,5 \sigma$$

olarak hesaplanır.



Figür 8: Sigma Kalite Seviyesi

Belirli bir Sigma Kalite Seviyesine karşılık gelen hata oranı detaylı ve teorik bir şekilde hesaplanabilir. Bu dokümanda sadece bazı kalite seviyelerine karşılık gelen hata oranları verilecektir (Tablo 1).

Tablo 1: Kalite Seviyesi ve Hatalı Ürün Oranı

Kalite Seviyesi	Hatasız Ürün (%)	Hatalı Ürün	
		(%)	DPMO
2σ	69,15	30,85	308500
2,5σ	84,13	15,87	158700
3σ	93,32	6,68	66800
3,5σ	97,73	2,27	22700
4σ	99,38	0,62	6200
4,5σ	99,87	0,13	1300
5σ	99,977	0,023	230
5,5σ	99,997	0,003	30
6σ	99,99966	0,00034	3,4

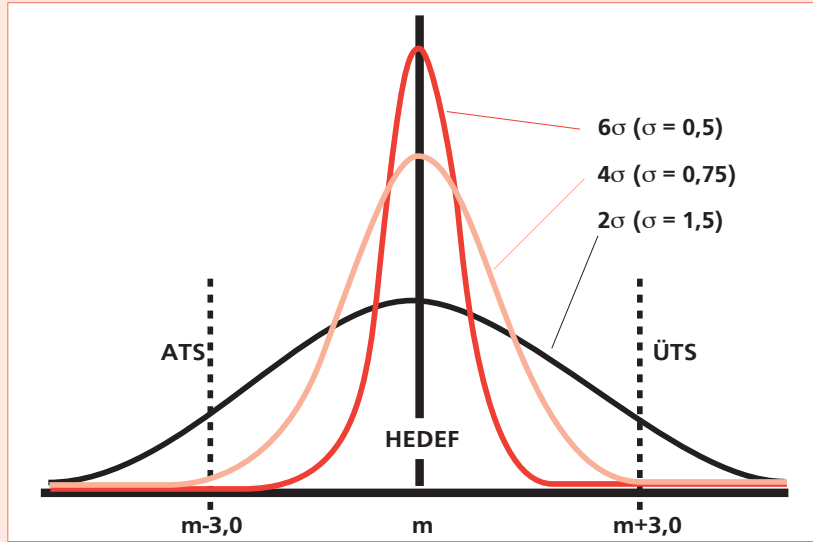
**Not:** Teorik olarak hesaplanan hata oranı Tablo 1'de verilen değerlere göre daha azdır. Motorola

tarafından yapılan bir çalışmaya göre proses ortalaması doğal bir şekilde +/- 1,5σ salınım

yapmakta ve proses hâla stabil sayılmaktadır. Prosesin salınım yapma durumunda tolerans limitlerini geçen ürün sayısı artmakta, bunun sonucu olarak ta gerçek hatalı ürün oranı teorik değere göre daha fazla olmaktadır. Uygulamada Motorola'nın önerdiği yaklaşım kullanılmaktadır. Tablo 1'de bu değerleri yansıtmaktadır.

Tablo 1'de de görüleceği üzere 3σ kalitesindeki bir proseste %6,68, 6σ kalitesindeki bir proseste

de %0,00034 hatalı ürün bulunmaktadır. 6σ çalışmalarında hata oranını ifade etmek için genelde "bir milyon fırsatta/üründe hata (Defects Per Million Opportunity - DPMO) " ifadesi kullanılır. Bu durumda, 6σ kalitesinde bir proses demek milyonda 3,4 hatalı ürün üreten bir proses demektir. Figür 9 değişik kalite seviyelerinin dağılımlarını örneklemektedir. Burada da görüleceği üzere kalite seviyesinin artması ile varyans (standart sapma) azalmaktadır.



**Figür 9: Sigma Kalite Seviyesi ve dağılımlar.**

Bir şirkette 6σ çalışması yapmak demek veya yöntemini uygulamaya koymak demek iyileştirme çalışmalarında rehber edinilen felsefeyi yansıtır. Mevcut kalite seviyesinin 6σ kalitesinde olduğu anlamına gelmez, fakat uzun dönemde bu seviyeye ulaşmayı hedefler.

Örneğin şirket mevcut durumda 2σ kalitesinde olan bir ürünü birinci yılda 3σ, ikinci yılda 4σ, beşinci yılda 6σ seviyesine taşımayı planlayabilir. Tablo 1'deki verilere dayalı olarak, 2σ

seviyesindeki ürünü 4σ seviyesine çıkarmak hatalı ürün oranını yaklaşık olarak %30 azaltmak anlamına gelmektedir.

Bazı sektörlerde mevcut kalite seviyesi 6σ'nın da üzerinde olabilir. Buna örnek uçak taşımacılığında uçakların düşme oranı gösterilebilir (mevcut hata oranı bir milyonda 0,5 den daha azdır). Bu durumlarda hedef, kaliteyi 6σ'nın da üzerindeki bir değere (örneğin 7σ) çıkarmak olmalıdır.

## 8. KOBİ'ler ve Ülkemizdeki Fırsatlar

### 8. KOBİ'LER VE ÜLKEMİZDEKİ FIRSATLAR

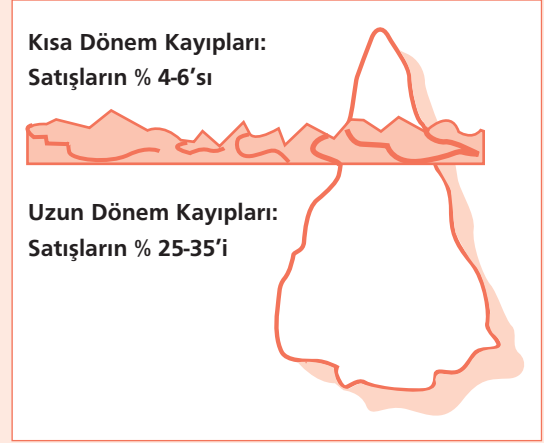
Dünya standardı şirketlerin bölgesel pazarlarımıza kadar gelmesi ülkemizdeki KOBİ'leri rekabet ve sürdürülebilirlik açısından zor durumda bırakmaktadır. Şirketlerin rekabet güçlerini artırmaları için kalitelerini yükseltmeleri buna karşılık maliyetlerini düşürmeleri gerekir.

Geleneksel şirket kültüründe, kalitenin artması maliyetleri de artırır şeklinde düşünülür. Bunun sonucu olarak da kalite iyileştirme çalışmalarına zaman-zaman mesafeli yaklaşmaktadır. Son dönemlerde yapılan kapsamlı çalışmalar aşağıda açıklanacağı üzere kalitenin maliyeti arttırmadığını ortaya koymaktadır.

Kalitesizlikten dolayı şirketin direkt ölçülebilir finansal kayıpları şu genel kalemlerden oluşur: Kalite kontrol harcamaları, garanti harcamaları, firelerden oluşan kayıplar ve üretim hattındaki tamirlerin maliyetleri. Ortalama kalite seviyesi için (mesela  $2\sigma$ - $2,5\sigma$ ) kalitesizlikten kaynaklanan finansal kayıpların toplam satış rakamlarının yaklaşık %4-6'sına denk düştüğüne inanılmaktadır.

Kayıplar sadece yukarıda açıklanan kısa dönemde direkt harcamalardan ibaret değildir. Daha gerçekçi düşünüldüğünde uzun dönemli kayıplarında olduğu görülmektedir. Bu ek kayıplar süreçlerin ve teslimatların uzaması, müşteri memnuniyetindeki azalma, müşteri sadakatinin azalması, imaj kaybı, satışların düşmesi, pazar kaybı gibi sebeplerden kaynaklanabilir.

Yapılan çalışmalar uzun dönemde olan ek kayıpların çok daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin yukarıda ele alınan ortalama kalite seviyesi için uzun dönemde olacak kayıpların aslında toplam satış miktarının yaklaşık %25-35'ine denk olduğu görülmektedir. Figür 10 uzun dönemli kalite kayıplarının buzdağının görünmeyen kısmına benzediğini göstermektedir.



Figür 10: Kalitesizlik maliyeti

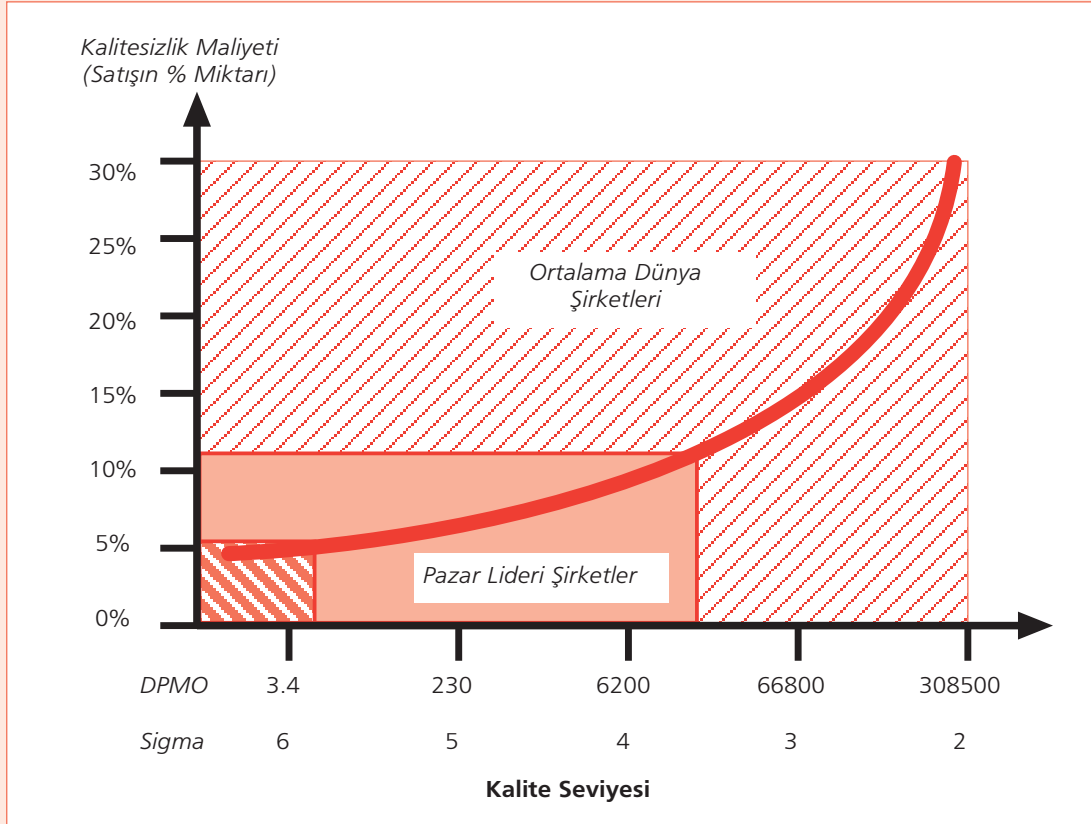
Yukarıda ortalama kalitede üretilmiş bir ürünün şirkete kısa ve uzun dönemde ki maliyeti açıklanmaya çalışılmıştır. Buradan kalitesizliğin şirketin rekabet gücüne ve sonuç olarak kârlılığına dramatik etkisinin olduğu görülmektedir.

Benzer bir şekilde Figür 11 ise Sigma Kalite Seviyesine göre kalitesizlik maliyetini gene satış rakamlarının oranı şeklinde göstermektedir. Örneğin  $2\sigma$  kalitesindeki ürünleri pazar süren şirket, satışlarının yaklaşık %30'unu denk düşen finansal miktarı kalitesizlikten dolayı harcamaktadır. Kalite seviyesinin  $4\sigma$  seviyesine çıkması durumunda bu oran yaklaşık %10 seviyesine kadar düşmektedir. Buda satışlar üzerinden toplamda %20 finansal kazanım demek olup rekabet gücünde ciddi bir iyileştirmeyi temsil etmektedir.

Figür 11'de ayrıca dünya pazarlarında olan ortalama şirketlerin sahip oldukları kalite seviyelerini ve dünya lideri konumunda olan şirketlerin mevcut kalite seviyelerini göstermektedir. Burada görüleceği üzere pazar lideri şirketlerde kalite seviyesi  $3,5\sigma$  veya daha yukarıdadır.

Ülkemizdeki şirketlerin mevcut kalite seviyelerinin sektörden sektöre veya şirketten şirkete değişeceği muhakkaktır. Örneklemek için ortalama bir şirketin kalite seviyesinin 2,5

olduğu düşünelim. Bir kaç yıllık kalite iyileştirme çalışmaları ile bu seviyenin 4,5'ya çıkarılacağı düşünölsün. Bu durumda kayıpların azaltılmasından dolayı geriye kazanım toplam satışların yaklaşık %10-12'si kadar olacaktır.



**Figür 11: Kalite seviyesi ve kalitesizlik maliyeti**

Aşağıdaki bölümlerde kalite iyileştirme çalışmalarında 6-Sigma felsefesinden nasıl istifade edileceğini açıklanacaktır. Konunun daha kolay anlaşılması için metot eş-zamanlı olarak örnek bir projeye uygulanacaktır.

## 9. Metodun Kurumsal Uygulamaları

### 9. METODUN KURUMSAL UYGULAMALARI

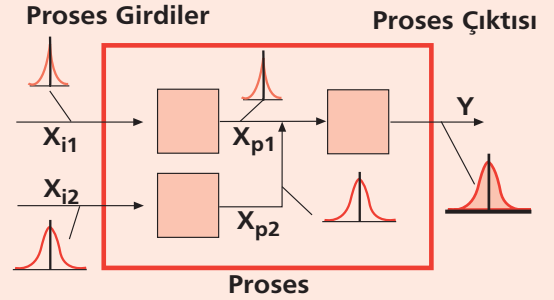
Şirketlerin veya genel anlamda organizasyonların rekabetçi ve sürdürülebilir olabilmeleri için hizmet verdikleri müşterilerin beklentilerini iyi belirlemeleri, beklentilere cevap verecek ürün/hizmet üretmeleri ve verilen hizmetlerin beklentileri karşılama derecelerini ölçebilmeleri gerekmektedir.

Sürdürülebilir kârlılık için, müşteri beklentilerine uygun ürün ve hizmet üreten şirketler çalışmalarını iyi tasarlanmış süreçlerle gerçekleştirmeli ve kontrol etmelidir. 6-Sigma felsefesi kullanılarak bu süreçleri destekleyen ve güçlendiren 3 önemli çalışma sistematigi vardır. Bunlar "6-Sigma Proses İyileştirme", "6-Sigma Proses Tasarımı" ve "6-Sigma Proses Yönetimi" yaklaşımlarıdır (Figüre 12). İhtiyaca göre bunlardan biri veya hepsi aynı anda kullanılabilir.



Figür 12: 6-Sigma Felsefesinin Uygulama Alanları

6-Sigma felsefesinin uygulama yöntemlerini incelemeye önce "proses" tanımı yapmak faydalı olacaktır. Proses, belirli girdileri (X) müşterinin beklentilerini karşılayacak şekilde çıktıya (Y) çeviren süreci temsil eder. Figür 13 temsili bir proses göstermektedir.



Figür 13: Bir Prosesin Girdi ve Çıktıları

Proses çıktısı (Y) proses sürecine gelen etkilerden dolayı değişkenlik gösterir. Bu değişkenlik daha önceki bölümlerde varyans ( $\sigma^2$ ) olarak adlandırılmıştı. Ayrıca, müşteri memnuniyetini arttırmak için bu varyansın azaltılmasının gerektiği ifade edilmişti. Proses çıktısını değiştiren etkileri iki gruba ayırmak mümkündür. Bunlar procese dışarıdan gelen girdiler ( $X_i$ ) ve prosesin ara süreçlerindeki girdilerdir veya değerlerdir ( $X_p$ ).

*Proses girdilerinde de doğal olarak varyans vardır. Girdilerin varyansının artması çıktı varyansını artırır. 6-Sigma felsefesinde çıktıya odaklanmak yerine girdilerin varyansının azaltılması yolu tercih edilir. Girdilerin varyansındaki azalma direkt olarak çıktı varyansında azalmaya sebep olacaktır.*

### 9.1 Proses İyileştirme

“Proses İyileştirme” hâlihazırda mevcut olan bir proseste performans problemlerinin kök-nedenlerini ortadan kaldıracak veya elimine edecek çözümleri bulmaya yönelik 6-Sigma stratejisidir. Proses İyileştirme faaliyetleri proseste değişkenliğin (varyansın) nedenlerini ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalardan oluşur. 6-Sigma terimleri ile ifade edilecek olursa, Proses İyileştirme takımı bir proseste istenmeyen çıktılara (Y'lere) sebep olan kritik nedenleri (X'leri) bulmaya ve bu nedenleri ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar yapar. Proses İyileştirme takımı problemleri ortadan kaldırmak için 5-adımlı bir stratejiyi takip eder. Aşağıda her bir aşamada yapılacak işlemler özetlenmiştir:

*Tanımlama Aşaması (Define):* Müşteri beklentilerini ve problemleri tanımlamak.

*Ölçme Aşaması (Measure):* Mevcut hataları ve proses performanslarını ölçmek.

*Analiz Aşaması (Analyze):* Verileri analiz etmek ve problemlerin nedenleri belirlemek.

*İyileştirme Aşaması (Improve):* Hataların nedenlerini ortadan kaldırmak için prosesi iyileştirmek.

*Kontrol Aşaması (Control):* Hataların tekrar oluşmasını engellemek için prosesi kontrol etmek.

Burada tanımlanan proses iyileştirme süreci genellikle “DMAIC” olarak adlandırılır ve pratikte en yaygın kullanılan yöntemi oluşturur.

### 9.2 Proses Tasarımı

Bazı durumlarda mevcut proseslerde yapılabilecek iyileştirmelerle istenilen performans alınamayabilmektedir. Bu durumda proseste ciddi değişiklikler ve hatta yeniden tasarımlar gerekebilir. Ayrıca pazarda yeni doğan fırsatlardan dolayı şirket yeni bir ürün veya hizmet geliştirmek isteyebilir. Bu gibi durumlarda “Proses İyileştirme” yöntemi yerine

“Proses Tasarımı” yöntemi tercih edilebilir.

“Proses Tasarımı” yöntemi pratikte değişik isimler altında da adlandırılmaktadır. Örnek olarak “6-Sigma Tasarım (Six-Sigma Design-SSD)” veya “6-Sigma için Tasarım (Design for Six-Sigma - DFSS)” verilebilir.

6-Sigma Tasarım takımı müşteri beklentilerinden hareketle 6-Sigma prensiplerini kullanarak yenilikçi ürün, proses ve hizmet geliştirmeyi hedefler. Bu sürecin kullandığı tasarım aşamaları aşağıda özetlenmektedir:

*Tanımlama Aşaması (Define):* Müşteri beklentilerini ve ürün/proses/hizmet hedeflerini tanımlanmak.

*Ölçme Aşaması (Measure):* Performansı ölçmek ve müşteri beklentileri ile karşılaştırmak.

*Analiz Aşaması (Analyze):* Ürün/proses/hizmet tasarımını analiz etmek ve değerlendirme yapmak.

*Tasarım Aşaması (Design):* Yeni ürünü/prosesi /hizmeti tasarlamak ve uygulamak.

*Onaylama Aşaması (Verify):* Sonuçları onaylamak (doğrulamak) ve performansı muhafaza etmek.

Proses Tasarımı yeni ürün, proses veya hizmet geliştirdiği için Proses İyileştirmeye göre daha zahmetli ve daha fazla zaman alan bir süreçtir.

### 9.3 Proses Yönetimi

Her iyileştirme çalışmasında olduğu gibi 6-Sigma iyileştirme çalışmalarında da yönetimin ve yönetim sürecinin başarıya çok büyük bir etkisi vardır. 6-Sigma sürecini bir organizasyonda uygulamak ve kurumsallaştırmak ciddi anlamda yönetim modelini ve çalışma kültürünü değiştirmek anlamına gelebilir. Başka bir deyişle, 6-Sigma proses iyileştirme çalışmalarını desteklemeyen kültür ve yönetim modeli ile hedeflenen ilerlemeyi kaydetmek mümkün değildir.

Diğer iyileştirme çalışmaları ile karşılaştırıldığında, Proses Yönetimi'nin önerdiği değişimi gerçekleştirmek ve kurum çapında yaygınlaştırmak daha fazla zaman alıcı ve emek gerektiren bir süreçtir. Proses Yönetimi çalışması aşağıda açıklanan 4-adımlı bir çalışma ile gerçekleştirilir:

**Tanımlama Aşaması (Define):** Müşteri beklentilerini, prosesleri ve proses sahiplerini tanımlamak.

**Ölçme Aşaması (Measure):** Performans göstergelerini müşteri beklentileri açısından ölçmek.

**Analiz Aşaması (Analyze):** Ölçümleri iyileştirmek ve yönetim mekanizmasını netleştirmek/gözden geçirmek için verileri analiz etmek.

**Kontrol Aşaması (Control):** Prosesten sürekli veri toplayarak performansı kontrol etmek ve problemlere hızlı müdahale etmek.

Proses Yönetimi, 6-Sigma çalışmaları kurum içinde yaygınlaştıkça daha kolay uygulanabilecek bir süreçtir. Proseslerde, çalışanlarda ve kültürde bu değişimi yaşamak ve kalite seviyesini 5 $\sigma$ , 6 $\sigma$  seviyelerine getirmek 5 yıl gibi süreler alabilir. Değişime direnç gösteren kurumlarda ise bu süre daha da fazla olabilir.

#### 9.4 Uygun Yöntemin Seçilmesi

Yukarıda açıklanan ve 6-Sigma felsefesine göre "İyileştirme", "Tasarım" ve "Yönetim" çalışmaları yapan yaklaşımlara bakıldığında aralarında bir paralelliğin olduğu görülür. Bu benzerlikler kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir.

Tüm yaklaşımlarda müşterilerin belirlenmesi ve müşteri beklentilerinin anlaşılması veya tanımlanması vardır. 6-Sigma takımı ürün, proses ve hizmetlerde müşteriyi memnun etmeyen hataları bulmalı ve elimine etmelidir. İyileştirmeler sonunda mevcut süreç hataları

düşürme ve müşteriyi memnun etme anlamında yetersiz kalırsa baştan yeni bir ürün, proses veya hizmet tasarlanmalıdır. Tüm süreçlerin etkin ve verimli yürütülmesi için belirli bir yönetim felsefesinin olması gerekir. Son olarak ta, bu çalışmalar sonunda elde edilen iyileşmenin muhafaza edilmesi ve sürdürülebilir olması için sürecin kontrol altında tutulması gerekmektedir.

Yukarıda anlatılan faaliyetler her bir yaklaşım için geçerlidir. *Çalışmalara tercihen mevcut bir sistemin iyileştirilmesi ile başlamak daha doğrudur. Bu yöntem ise "Proses İyileştirme" olarak bilinen "DMAIC" yöntemidir.*

Dünyada birçok şirket 6-Sigma felsefesini kendi süreçlerine adapte ederken mevcut proseslerinin (süreçlerinin) iyileştirilmesi ile işe başlamayı tercih etmektedir. Bunun doğal sonucu olarak ta uygulamada olan en yaygın 6-Sigma yaklaşımı DMAIC proses iyileştirme modelidir. Dolayısı ile burada sunulan 6-Sigma kılavuzunun bunda sonraki bölümlerinde DMAIC yöntemi ile proses iyileştirme ele alınacak ve örnek uygulama yapılacaktır.

## 10. PROJE TAKIMININ OLUŞTURULMASI

Her projede olduğu gibi sonuç-odaklı çalışmalar yapabilmek için kullanılan yöntem kadar yöntemi uygulayacak proje takımı da önemlidir. Takımın bilgi, deneyim ve yetkinliği yöntemi kurumsal bir projede uygulayacak düzeyde olmalıdır.

6-Sigma yöntemi bağımsız ve tek başına durabilen bir projeye uygulanabileceği gibi, asıl tavsiye edilen tüm kurum çapında uygulanmasıdır. Yöntem ancak kurum çapında uygulama ile gerçek değerini ve farklılığını ortaya koyar. Böyle geniş çaplı ve kapsamlı 6-Sigma çalışmaları yapan kurumlarda proje ile alakalı genel fonksiyonlar ve roller şöyle listelenebilir.

**Proje Konsülü:** Konsül kurumdaki kıdemli yöneticilerden oluşan bir gruptur. 6-Sigma takımının gerçekleştirdiği çalışmalardan çıkarımlar yapar ve yönetim modelini iyileştirmeye çalışır. 6-Sigma projelerinin uygulama planlarını geliştirme ve yürütme rollerini üstlenir. Bu çalışmaların şirket misyon, vizyon ve hedeflerine uygunluğunu bu grup sağlar.

**Proje Şampiyonu:** Birçok organizasyonda Proje Şampiyonu (veya Sponsoru) 6-Sigma projesini yöneten kıdemli bir yöneticidir. Proje Şampiyonu çalışmaları Proje Konsülüne rapor etmekle de sorumlu kişidir. Proje Şampiyonu ayrıca projeye kaynak bulmak, hedef koymak, diğer çalışma grupları ile ilişkileri sağlamak, çıkabilecek üst-düzen sorunlara çözümler üretmekle sorumludur. Proje Şampiyonu projeyi direkt yönetmekten ve çözümler dikte etmekten kaçınmalıdır.

**Uygulama Lideri:** Uygulama Lideri günlük 6-Sigma çalışmalarını yöneten kişidir. Kurumun büyüklüğüne bağlı olarak bir adet Uygulama Lideri (veya 6-Sigma Direktörü) yeterli olabilir. Uygulama Lideri gelişmeleri hem Proje Konsülüne, hem de Proje Şampiyonuna rapor etmekle yükümlüdür. Uygulama Lideri 6-Sigma projeleri ile ilgili danışmanlık desteği alma, personel

eğitimi, dokümantasyon, kurumsallaştırma gibi faaliyetleri de yönetir.

**6-Sigma Koçu:** Master Kara Kuşak (Master Black Belt) diye de adlandırılan 6-Sigma Koçu birden fazla 6-Sigma iyileştirme takımına veya proses sahibine danışmanlık (rehberlik) yapar. Genelde bu kişiler istatistik, veri toplama, proses tasarımı konularında uzmanlığa sahiptirler. Koçlar projenin teknik detaylarını üst-yönetime sunma sorumluluklarını taşırlar. Aynı zamanda çalışmaların takvime göre ilerlemesini sağlama, çalışmalarda ortaya çıkan sorunları çözme, teknik verileri yönetme ve şirkete kazanımını hesaplama, kaynak planlama ve yönetiminde uzman yardımı sağlama pozisyonundadırlar. Anlaşılacağı üzere 6-Sigma Koçlarının hem kişisel ilişkilerde hem de istatistik gibi teknik konularda deneyim ve beceri sahibi olmaları gerekmektedir. Kurum içinde bu becerilere aynı anda sahip olan çalışanlar fazla bulunmadığı için genellikle 6-Sigma Koçları dış kaynaklardan tedarik edilme yöntemi ile çalıştırılır (Not: Master Kara Kuşak sahibi uzmanlar istatistik ve proses iyileştirme konularında kapsamlı bir eğitimi tamamlayan, başarılı 6-Sigma projeleri tamamlamış ve birden fazla 6-Sigma projesini aynı anda yönetebilecek kişilerdir).

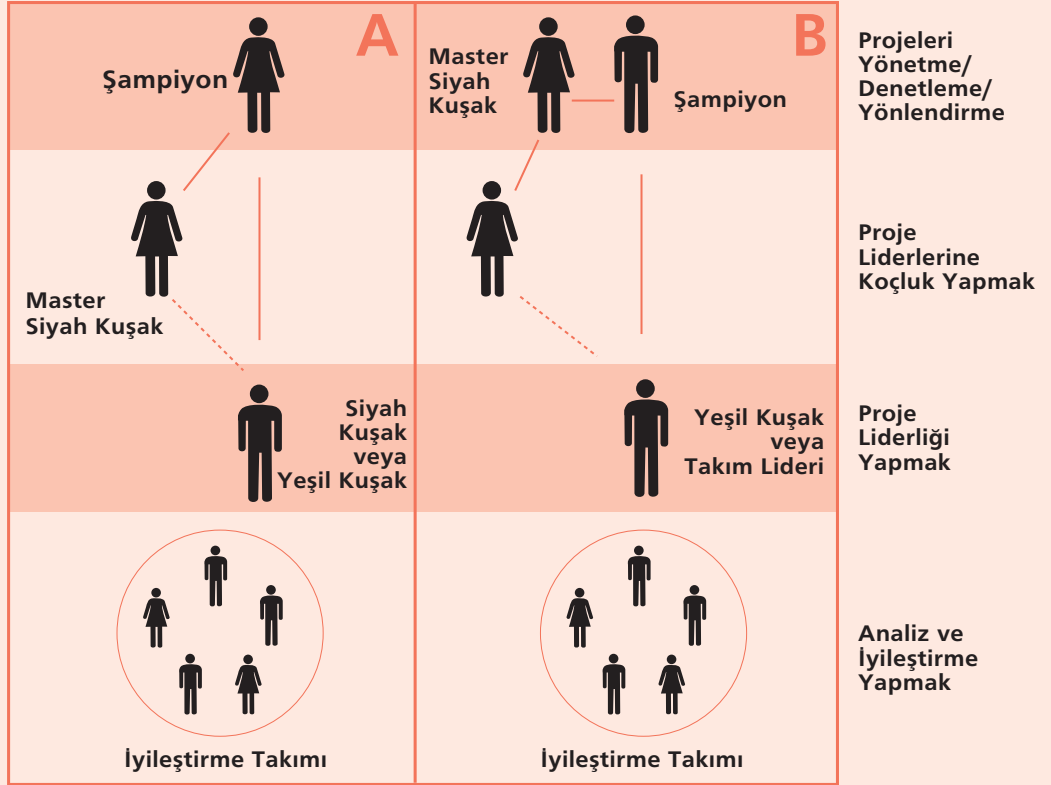
**Takım Lideri:** "Proje Lideri" veya "Kara Kuşak (Black Belt)" olarak da adlandırılan Takım Lideri bir 6-Sigma projesinin rutin işlerinden ve sonuçlarında birebir sorumlu kişi ve yöneticidir. Vaktinin hepsini bu projeye ayırmalıdır. Yaptığı işler bakımından 6-Sigma Koçuna benzer fakat sadece bir projeden sorumludur. Takım Lideri proje konusu hakkında yeteri kadar bilgi ve deneyim sahibi olmalıdır. (Not: Kara Kuşak sahibi kişiler proses analizi ve takım çalışması konularında bir-kaç haftalık eğitimi tamamlamış, istatistik, deney tasarımı ve veri analizi konularında bir projeyi yönetecek kadar beceri kazanmış kişilerdir).

## 10. Proje Takımının Oluşturulması

**Takım Üyeleri:** Takım Üyeleri 6-Sigma projesindeki ihtiyaca göre çalışmalara destek vermek üzere takıma alınmış kişilerdir. Projede tam-zamanlı çalışmak durumunda değildirler, sadece sorumlu olduğu iş paketini tamamlamakla yükümlüdürler. Prosesin iyileştirilmesi için gerekli ve sorumlulukları altındaki konularda yeteri kadar bilgi ve deneyim sahibidirler. Takım Üyeleri genellikle Yeşil Kuşak (Green Belt) sertifikasına sahiptirler. (Not: Yeşil Kuşak sahibi kişiler bir 6-Sigma projesinde çalışabilmek için yeterli olacak temel

bir eğitime girmiş ve kendi konularında küçük ölçekli bir projeye uygulama yetkinliği kazanmış kişilerdir).

Yukarıda anlatılan 6-Sigma çalışmaları ile ilgili rollerin bir kurum içerisinde ki yapılması /organizasyonu farklılıklar gösterebilir. Master Kara Kuşak veya Kara Kuşak sahibi kişilerin şirketin tam-zamanlı çalışanı olması halinde her iki kişide genellikle birden fazla projeyi aynı anda yürütmek durumunda olabilirler. Rollerin kurum içindeki organizasyonu ile ilgili iki örnek Figür 14'de gösterilmektedir.



**Figür 14: 6-Sigma çalışmalarında rollerin organizasyonel ilişkisi.**

## 11. Proje Çalışmasını Başlatmak

### 11. PROJE ÇALIŞMASINI BAŞLATMAK

6-Sigma çalışmalarında en kritik ve en zor işlerden biri ilk uygulama için doğru projeyi seçmektir. En yaygın yapılan hatalardan biri kurumsal olarak fazla deneyim sahibi olmadan bitirilemeyecek kadar büyük ve karmaşık süreçlere sahip projelerden başlamaktır. Bunun doğal sonucu olarak da proje takımı sancılı bir sürece sahip olmakta ve en fazla kısmi bir iyileşme elde edebilmektedir. Bu da kurumda motivasyon düşüklüğüne ve 6-Sigma felsefesine güvensizliğe yol açabilmektedir. Etkin sonuç için proje seçiminde aşağıdaki bilgilerin göz önünde bulundurulması tavsiye edilmektedir.

#### 11.1 Proje Seçiminde Genel Prensipler

Müşteri odaklı iyi ve hızlı sonuçlar elde etmek için iyi seçilmiş ve tanımlanmış bir projeye, iyi eğitilmiş bir proje takımına ve bu işe gönül vermiş bir proje destekleyicisine veya şampiyonuna ihtiyaç vardır. Bu anlamda, uygun proje seçerken aşağıdaki konulara dikkat edilmesinde fayda vardır:

**Limitli Sayıda Proje Başlatın:** 6-Sigma çalışması kurumsal düzeyde yapılıyorsa, ilk başta kolay olacağını düşündüğünüz fakat şirket açısından görünürlüğü ve kazanımı fazla olabilecek bir kaç proje ile yetinin. Böylece iş yükü daha az ve sonuç-odaklı çalışmalar daha kolay yapılabilir.

**Kapsamı İyi Belirleyin:** Bir ürünün veya hizmetin doğal seyri müşteri beklentilerini anlamaktan başlayan ve ürünün veya hizmetin üretilip tekrar müşteriye sunulmasına kadar olan uzun bir süreçten ibarettir. 6-Sigma çalışmalarında güvenilir veri toplama ve analiz etme için gerekli zamanın oldukça fazla olduğu düşünülürse proje kapsamlarının olabildiğince kısa tutulması avantaj sağlayacaktır. Özellikle ilk pilot projelerde kısa ama sonuçları itibarı ile etkin süreçlere odaklanılmalıdır.

**Dış Müşterilere Odaklanın:** Şirket performansının gerçek değerlendiricisi şüphesiz ürüne veya hizmete bedel ödeyen son kullanıcıdır. Kurumlarda proje seçerken genel yanılgılardan biri dış-müşterilerden çok iç-müşterileri memnun edici projelere odaklanmasıdır. İlk pilot projeleri seçerken, 6-Sigma Takımı getirisi az dahi olsa dış müşterinin beklentilerine odaklı, beklentileri iyileştirmeye yönelik projelere öncelik vermelidir.

#### 11.2 Proje Belirleme Çalışması

Birçok kurumda 6-Sigma yaklaşımı ile ele alınabilecek çok sayıda proje fırsatı olabilir. Özellikle başlangıçta kurum için sadece bir kaç kritik projeye sahip olmak yeterlidir. Bu projeleri belirlemek içinde ön bir çalışma yapılmalı ve proje alternatifleri öncelik sırasına konulmalıdır. Proje seçimini yapabilmek için aşağıda bir rehber çalışma modeli önerilmektedir:

**Kurumun Gözden Geçirilmesi:** Getirisi en fazla proje fırsatlarını belirlemek için mevcut durum bilgileri gözden geçirilebilir. Müşteriler, pazar, rakabetçiler ile ilgili veriler gözden geçirilebilir. Müşteri dilekleri, şikâyetleri, satış rakamları, rakabetçilerin tutumları bu kısımda düşünülmelidir. Bununla birlikte kurum içi bilgi ve verilerde gözden geçirilmelidir. Çalışan görüş ve şikâyetleri, bozulmalar, fireler, süreçlerle ilgili veriler, sahadan gelen veri ve geri bildirimlerde gözden geçirilmelidir.

**Potansiyel Projelerin Belirlenmesi:** Birinci adımda toplanan bilgi ve veriler eşliğinde alternatif ve fayda potansiyeli yüksek projeler belirlenmelidir. Bu aşamada beyin fırtınası ve değişik takım çalışması yöntemleri ile alternatif proje konuları listelenebilir. Her bir proje konusu için problemin (sıkıntının) tanımı, çözüm bulunduğu takdirde ulaşılmak istenen hedef hakkında ve kurum açısından bu projeye niçin şu anda öncelik verilmesi gerektiğine dair açıklamalar yapılmalıdır.

**Ön Eleme Yapılması:** Yukarıda geliştirilen proje alternatifleri ön elemeyi geçirmeli ve önemli olanları listede bırakılmalıdır. Aşağıdaki durumlardan biri veya bir kaç bir proje konusunda mevcut ise bu projelere öncelik verilmemelidir. İlk olarak, beklentiler ile şirketin şu anda yapabilecekleri arasında çok fark var ise bu proje somut bir başarı elde edemeyebilir. İkinci olarak, problem karmaşık ve kök-nedenler hakkında hiç bir fikir yürütülemez ise bu projenin de pilot projeler listesine konulmaması önerilmektedir. Son olarak, bir problem için çözüm önerilemiyorsa veya hedeflenen başarı seviyesi hakkında fikir yürütülemiyorsa bu projeye kaynak ayırmakta riskli bir yaklaşım olabilir.

**Seçme Kriterlerini Belirleyin:** Ön elemeyi geçiren sonra geriye kalan projeleri rasyonel

bir şekilde değerlendirme ve en önemli projeleri belirlemek için proje seçme kriterleri belirlenmelidir. Somut olarak rekabetçiliği artırma derecesi, şirkete finansal getirisi, gerektirdiği zaman, maliyetler, gerekli insan gücü, ayrılması gereken kaynaklar ve gerekli ön eğitimler örnek kriterler olarak düşünülebilir.

**En İyi Alternatiflerin Seçilmesi:** Proje değerlendirme kriterleri belirlendikten sonra, her bir alternatif proje bu kriterlere göre değerlendirilmelidir. Değerlendirme çalışmasında beklentileri karşılama veya karşılamama durumuna göre "evet-hayır" skalası kullanılacağı gibi beklentileri karşılama derecesine göre "1-5" veya "1-10" puan skalaları da kullanılabilir. Tablo 2'de örnek bir değerlendirme matrisi görülmektedir.

**Tablo 2: Proje Değerlendirme/Seçme Matrisi**

Proje Seçme Matrisi					
	Değerlendirme Kriterleri				
	K1	K2	...	Km	
Alternatif Projeler	Puanlar				Toplam Puan
	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	
P1					
P2					
...					
Pn					

**Seçilen Projelerin Değerlendirilmesi:** Projeler seçildikten sonra proje konsülü veya üst-düzye yöneticiler tarafından da son bir kez gözden geçirilmelidir. Burada dikkat edilecek hususlar gerekli kalifiye personel, projelere ayrılacak kaynak, proje konularının kurum çalışmaları ile dengeli dağılımı, gerekli olacak dış kaynakların temin edilme yolları, riskler, B-planları gibi konular olmalıdır. Bu soruların cevabını aramak ve gerekli kararları vermek Proje Konsülünün sorumluluğu altındadır. Verilen kararlar kurumsal kazanımları riske atmayacak, başarıyı kolaylaştıracak yönde olmalıdır.

**Proje Tanımlama Belgesi:** Bu aşamada seçilen her bir proje için "Proje Tanımlama Belgesi" hazırlanmalıdır. Proje Tanımlama Belgesi seçilen bir proje için "problem ve fırsatları", "kuruma finansal ve stratejik etkisini" ve "hedeflenen başarıyı" yazılı formatta özetleyen bir dokümandır. Proje Tanımlama Belgesinin hazırlanması bundan sonraki bölümlerde daha detaylı ele alınacaktır.

### 11.3 Çalışmanın Başlatılması

Her yeni projede olduğu gibi 6-Sigma projelerini de ilk defa başlatırken takım liderlerinin veya takım üyelerinin kafasında netleşmemiş birçok detay olabilir. Bu aşamada, üzerinde düşünülmesi gereken ve bir karara bağlanması gereken bazı konular şunlardır:

*Ne kadar sıklıkta toplantı yapılmalıdır? Her bir toplantı ne kadar sürmelidir? Eksik takım üyeleri olduğu zaman ne olacaktır? Takım üyelerinin konuları gereği aynı toplantıya gelmeleri mümkün olmuyorsa toplantılar nasıl devam etmelidir? İlk seçilen takım üyeleri iş için uygun değil ise ne olacaktır? Takım üyeleri patronlarının direktifi doğrultusunda vakitlerini başka projelere ayırması durumunda ne olacaktır?*

lleride baş gösterecek bu ve benzeri sıkıntılar önceden belirlenmeli ve başlamadan her birisi için çözüm önerisi geliştirilmelidir. 6-Sigma çalışmalarında ilk toplantı işin önemini anlatmak ve motivasyonu sağlamak açısından önemlidir. İlk toplantıda daha çok aşağıdaki konulara odaklanması öngörülmektedir.

- Proje Tanımlama Belgesini gözden geçirmek
- Proje Planını anlamak
- DMAIC yaklaşımını anlamak
- Takım üyelerinin rollerini netleştirmek
- Takım çalışma rehberini geliştirmek
- Takım üyelerinin birbirini tanınması

Proje liderlerinin toplantı öncesi gerekli bilgilendirmeyi yaparak, toplantıda görüşülecek gündem maddelerini bildirerek, toplantı ortamını eksiksiz hazırlayarak ve toplantı sonrası rapor hazırlayıp katılımcılara dağıtarak işin en baştan ciddi tutulduğunu göstermeleri gerekir.

İlk toplantı sonrası projenin normal çalışma süreci başlamış olur. Takım üyeleri kendilerine verilen iş paketlerini zamanında ve tam olarak bitirmek ve teslim etmek üzere DMAIC 6-Sigma yöntemine göre çalışmalarını devam ettirirler.

6-Sigma Kılavuzunun bundan sonraki bölümlerinde DMAIC 6-Sigma yönteminin adım adım uygulaması üzerinde durulacak ve proje süreci örnek bir uygulama eşliğinde anlatılacaktır.

## 12. DMAIC Uygulama Aşamaları

### 12. DMAIC UYGULAMA AŞAMALARI

Organizasyonlarda 6-Sigma felsefesini kullanarak yapılan iyileştirme çalışmalarının “Proses İyileştirme”, “Proses Tasarım” ve “Proses Yönetim” alanlarında olduğu yukarıdaki bölümlerde belirtilmişti. En yaygın uygulamanın ise kısaca “DMAIC” olarak adlandırılan mevcut süreçlerin iyileştirilmesinde kullanılan “Proses İyileştirme” yöntemim olduğu da ifade edilmiştir.

Bu bölümde DMAIC yöntemi bir örnek proje çalışması eşliğinde adım-adım anlatılmaya çalışılacaktır. Yöntemde ele alınacak adımlar ve çözüm yaklaşımları projeye veya probleme özel değil genel yaklaşımları içermektedir. Dolayısı ile aynı sistematik yaklaşım tüm proses (süreç) iyileştirme projelerinde kullanılabilir.

#### Örnek Uygulamanın Tanıtımı:

*Bundan sonraki bölümde 6-Sigma DMAIC yaklaşımı hem teorik olarak hem de pratik-uygulamalı olarak eş-zamanlı anlatılmaya çalışılacaktır.*

*Burada 6-Sigma kılavuzundan istifade edecek kişilerin değişik sektörlerden, değişik hedef müşteri kitlelerinden, değişik disiplin ve tecrübe birikiminden olacağı muhakkaktır.*

*Dolayısı ile burada ele alınacak örnek projenin herkes tarafından kolaylıkla takip edilebilir olması amaçlanmıştır. Problem terminolojisinin, detaylarının ve çözüm önerilerinin kolay anlaşılması için günlük hayatımızda en sık karşılaştığımız, faaliyetleri hakkında hâlihazırda bilgi sahibi olduğumuz ve hakkında kolay yorum yapabileceğimiz “Ekmek Hamuru Hazırlama ve Pişirme Süreci” örnek proses olarak seçilmiştir.*

*Bunun için 350 gr ekmek üreten, günde 20.000 âdet üretim yapabilen ve ekmeğin âdetini 0,70 TL den satışa sunan bir ekmek*

*fabrikası veya büyük ölçekli fırın düşünülmüştür. Bu üretimden şirketin liste fiyatı üzerinden %20 kârlı çalıştığı varsayılmıştır.*

*Burada seçilen örnek proje konusunda da diğer üretim süreçlerinde veya hizmet süreçlerinde olduğu gibi müşteriler, müşteri beklentileri, tedarikçiler, üretim süreci ve şirket hedefleri vardır. Bu süreçte de diğer sanayi süreçlerinde olduğu gibi çözülmeyi bekleyen problemler ve çözümü zorlaştıran birçok sınırlamalar veya imkânsızlıklar vardır.*

*Tekrar edilecek olunursa, DMAIC sürecinde yapılacak çalışmalar, takip edilecek adımlar buradaki uygulama örneğine özgün değildir. Genele uygulanacak yaklaşımlar olup, tüm proses iyileştirme çalışmalarında uygulanabilir niteliktedir.*

DMAIC Proses İyileştirme faaliyetleri sistematik bir şekilde aşağıda sunulan çalışma adımları ile gerçekleştirilir.

#### 12.1 Tanımlama Aşaması

Tanımlama Aşamasında proje takımı çözülmesi gereken problemi, hedef müşteri kitlesini, müşteri beklentilerini ve son olarak ta projeyi nasıl gerçekleştireceğini açıklayan proje planını hazırlamalıdır.

Kurumun hedefleri, öncelikleri ve beklentileri ile uyum sağlamak için bu çalışmaların Proje Şampiyonu gözetiminde yapılması daha sağlıklı olur.

Tanımlama Aşamasında yapılacak çalışmalar 3 temel konuda olacaktır. Bu çalışmalar ve çalışma çıktıları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Proje Tanımlama Belgesinin ve iş planının geliştirilmesi
- Ölçülebilir müşteri beklentilerinin belirlenmesi

- Üst-düzey proses haritasının geliştirilmesi

Şimdi bu çalışmalar sırası ile aşağıda ele alınacaktır.

### 12.1.1 DMAIC Proje Tanımlama Belgesinin Geliştirilmesi

Proje Tanımlama Belgesi ilk olarak proje seçme aşamasında taslak halinde oluşturulmuştu. Bu aşamada ilk taslak gözden geçirilmeli ve eksiklikleri tamamlanmalıdır. Tanımlama Belgesi proje ve proje çalışması hakkında ki temel bilgileri ve hedef kazanımları kısa, net ve somut rakamlarla özetleyen bilgi paketini oluşturur.

Proje Tanımlama Belgesinde olması gereken temel bilgiler ve belgenin oluşturulması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda özetlenmektedir.

**İş Durumu (Business Case):** Proje ile ilgili şirketin mevcut iş durumu Proje Şampiyonu veya Proje Konsülü tarafından hazırlanır. Projenin kuruma ne kazandıracaklarını ve niçin öncelik verildiğini açıklayan genel bir tanımlama oluşturur. Kurum düzeyinde mevcut durum ve hedeflenen durum arasında finansal, müşteri tatmini, rekabet düzeyi ve stratejik anlamda kayıp veya kazanımlarla ilgili somut ve rakamsal durumu özetleyen bir ifadedir.

“Ekmek Hamuru Hazırlama ve Pişirme” projesi ile ilgili olarak iş durumu düşünülürse, şirketin (fırının) ekmek satışları ile ilgili iş kaybını rakamsal olarak ifade eden bir tanım olması gerekmektedir.

**Örnek Uygulama:**

2006 yılında ekmek satışında bulunan kurumsal müşterilerden gelen şikâyetler artmış ve müşteri sayısında azalma olmuştur. Buda şirket için yıllık olarak 255.500 TL finansal kayba neden olmuştur.

### **Problem İfadesi (Problem Statement):**

Problem ifadesi iş durumunda anlatılan, şirketin sıkıntısına neden olan problemi ve belirtilerini daha net ifade eden bir-kaç cümlelik ifadedir. İş durumuna paralellik arz eden bir ifadedir.

**Örnek Uygulama:**

“2006 yılında müşteri memnuniyetinde azalma olmuş ve şirket %25 müşteri kaybetmiştir. Bu şirket için yılda 1.825.000 adet daha az ekmek satışına, buda 255.500 TL finansal kayba neden olmuştur.

**Hedef İfadesi (Goal Statement):** Problem ifadesinde belirtilen sorunu ortadan kaldıracak hedefi ortaya koyar. Bu ifadede hedeflenen iyileşme miktarı, şirkete finansal getirisi ve projenin bitirme tarihi mutlaka rakamlarla ifade edilmelidir.

**Örnek Uygulama:**

Müşteri memnuniyetini iyileştirerek satışları 12 ay içerisinde 2006'e göre %40 arttırmak ve şirkete 300.000 TL'lik ek gelir sağlamak.

### **Projenin Kapsamı, Sınırları ve Kabulleri (Project Scope, Constraints, and Assumptions):**

Proje kapsamı genellikle projenin kapsayacağı sürecin başlangıç ve bitiş aşamalarını ifade eder. Sınırlar ise projeye ayrılacak personel, altyapı, bütçe ve zaman anlamında getirilen kısıtları ifade eder. Kabuller ise proje çalışmaları sırasında takımın üst-düzeyden alacağı destek ve üst düzey ile ilişkileri ifade eder.

**Örnek Uygulama:**

Proje çalışması ekmek hamurunun hazırlanmasından başlayan ve ekmeğin müşteriye teslim anına kadar olan süreci kapsayacaktır. Proje için 3 kişilik bir ekip ve 20.000 TL'lik bir bütçe ayrılmıştır. Proje takımı Proje Şampiyonu ile haftalık toplantılar yapabilecektir.

**Takım Üyeleri (Team Members):** Proje Tanımlama Belgesi projede görevli tüm çalışanları listelemelidir. Üyeler proje şampiyonunu, proje liderini ve diğer takım çalışanlarını içerir. Takım çalışanları zaman içerisinde değişiklik gösterse de hâlihazırda mevcut olanlar belirtilmelidir.

*Örnek Uygulama:*

*Ali Akyıldız (Proje Şampiyonu), Esra Sevinç (Takım Lideri), Sirac Erdem, Tuba Kerem.*

**Taslak Proje Planı (Preliminary Project Plan):** Hedef ifadesinde projenin bitiş tarihini vermiş olmak takım üyelerinin işlerini zamanında yapmasını garanti etmez. Bu zaman zarfı içinde iş paketlerinin bitirilmesi zamanını ayrıca belirtmek daha faydalı olur. Zaman içerisinde iş paketleri ve tarihler değişecek olsa da bu aşamada ön bir taslağın olmasında fayda vardır.

*Örnek Uygulama:*

*Tanımlama Aşaması (28.02.08), Ölçme Aşaması (30.04.08), Analiz Aşaması (31.07.08), İyileştirme Aşaması (30.09.08), Kontrol Aşaması (30.11.08).*

**Paydaşların Belirlenmesi (Identify Stakeholders):** 6-Sigma takımının yapacağı çalışmanın çıktılarının etkileyeceği veya bu çıktılardan etkilenecek kurum içi veya kurum dışı kişiler veya organizasyonlar olacaktır. Tüm bu kesimler, üzerinde çalışılacak prosesin veya projenin paydaşları olarak kabul edilir. Yapılacak çalışmada projeden etkilenebilecek kesimlerinde göz önünde bulundurulmasında fayda vardır. Bu bilgilerde Tanımlama Belgesinde bulundurulmalıdır.

*Örnek Uygulama:*

*Ali Akyıldız, (Proje Şampiyonu) 6-Sigma Fırın A.Ş., Bireysel Müşteriler, Kurumsal Müşteriler, Bölgesel Marketler, Altın Un A.Ş.*

Figür 15'de Proje Tanımlama Belgesi örnek uygulama bilgileri ile hazırlanmıştır. Burada sunulan belgenin formatı değişik şirket uygulamalarında değişiklik gösterse de, sunulan bilgiler itibari ile birbirine benzemektedir.

DMAIC PROJE TANIMLAMA BELGESİ			
<b>Projenin İsmi:</b> 6-Sigma Ekmek			
<b>Proje Şampiyonu:</b> Ali Akyıldız		<b>Takım Üyeleri:</b> Esra Sevinç (Kara Kuşak) Sirac Erdem (Yeşil Kuşak) Tuba Kerem	
<b>Proje Lideri:</b> Esra Sevinç (Kara Kuşak)			
<b>İş Durumu:</b> 2006 yılında ekmek satışında bulunulan kurumsal müşterilerden gelen şikâyetler artmış ve müşteri sayısında azalma olmuştur. Buda şirket için yıllık olarak 255.500 TL finansal kayba neden olmuştur.		<b>Hedef İfadesi:</b> Müşteri memnuniyetini iyileştirerek satışları 12 ay içerisinde 2006'e göre %40 arttırmak ve şirkete 300.000 TL'lik ek gelir sağlamak.	
<b>Problemin/Fırsatın İfadesi:</b> 2006 yılında müşteri memnuniyetinde azalma olmuş ve şirket %25 müşteri kaybetmiştir. Bu şirket için yılda 1.825.000 adet daha az ekmek satışına, buda 255.500 TL finansal kayba neden olmuştur.			
<b>Proje Kapsamı/Sınırları/Kabulleri:</b> Proje çalışması ekmek hamurunun hazırlanmasından başlayan ve ekmeğin müşteriye teslim anına kadar olan süreci kapsayacaktır. Proje için 3 kişilik bir ekip ve 20.000 TL'lik bir bütçe ayrılmıştır. Proje takımı Proje Şampiyonu ile haftalık toplantılar yapabilecektir.		<b>Paydaşlar:</b> Ali Akyıldız (Şampiyon) 6-Sigma Fırın A.Ş. Bireysel ve Kurumsal Müşteriler Bölgesel Marketler Altın Un A.Ş.	
<b>ÖN PROJE PLANI</b>	<b>Hedef Tarih</b>	<b>Gerçekleştirme Tarihi</b>	
TANIMLAMA AŞAMASI	28.02.08		
ÖLÇME AŞAMASI	30.04.08		
ANALİZ AŞAMASI	31.07.08		
İYİLEŞTİRME AŞAMASI	30.09.08		
KONTROL AŞAMASI	30.11.08		
TAMAMLAMA TARİHİ	31.12.08		

Figür 15: DMAIC Proje Tanımlama Belgesi.

### 12.1.2 Müşteri Beklentilerinin Belirlenmesi

Proje Tanımlama Belgesini tamamladıktan sonra, proje takımı müşteri beklentilerini belirlemek için çalışmalara başlayabilir. Eğer başka çalışmalar sırasında geliştirilmiş hâlihazırda mevcut müşteri beklentileri listesi var ise işe bu bilgilerden başlanılabilir. Böyle bir beklenti listesi mevcut değil ise, ciddi bir takım çalışması ile beklentiler belirlenmelidir.

Müşteri beklentilerini belirlemek direkt müşteri ile diyaloga geçerek veya dolaylı yoldan müşteri davranışlarını analiz ederek çıkarılabilir. Müşteri ile direkt diyalogda kullanılacak yöntemler anket çalışmaları, telefon görüşmeleri, e-mail ile iletişim kurma, bire-bir yüz-yüze konuşmalar şeklinde olabilir. Bunlara ek olarak bu güne kadar müşteri dileklerinden, önerilerinden ve şikâyetlerinden toplanmış bilgilerde müşterinin beklentilerini anlamada değerli bir kaynak olarak kullanılabilir.

Müşteri beklentilerini belirlemede dikkat edilecek hususlardan biri müşterinin çoğu zaman soyut ifadeler kullanarak beklentilerini bildirmesidir. Örneğin müşteriler "iyi olsun", "kaliteli olsun" ve "ucuz olsun" gibi ifadeler kullanır. Teknik bir geliştirme ve iyileştirme sürecinde bu ifadeler yerini somut hedef değerlere bırakmalıdır. Burada müşteri beklentilerini iyi tahlil edip teknik, ölçülebilir metrikler cinsinden yazma proje takımının önemli işlerinden biridir. Keza, burada yapılan bir hata tüm iyileştirme çalışmalarını karşılıksız bırakabilir.

#### **Müşteri Beklentilerini Belirlerken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:**

Müşteri beklentileri belirleme faaliyetlerinde bazı hususlar göz önünde bulundurulursa daha etkin, verimli ve geçerli bir çalışma yapılabilir. Dikkat edilecek konular şöyle özetlenebilir:

- Beklentiler her zaman üzerinde çalışılan proje, süreç veya proses ile yakın alakalı olmalıdır.
- Müşteri beklenti ifadesinde her zaman sadece bir kriter olmalıdır, birden fazla beklenti tek beklenti şeklinde ifade edilmemelidir.
- Beklentiler somut olmalıdır, gözlenebilir ve ölçülebilir metrikler cinsinden ifade edilmelidir.
- Müşteri her bir beklenti kriteri için kabul edebileceği bir seviye belirlemelidir (neler hatalı kabul edilecek, neler hatasız kabul edilecek).
- Beklenti ifadeleri anlaşılabilir ve net ifadeler kullanılmalı, farklı yorumlara açık olmamalıdır.

- Beklenti ifadeleri yazıldıktan sonra müşteri ile tekrar konfirme edilmelidir.

#### **Müşteri Beklentisi Geliştirme Adımları:**

Müşteri beklentileri geliştirilirken sistematik bir çalışma yapmakta fayda vardır. Aşağıda 6-adımlı bir belirleme süreci önerilmektedir.

- Belirlenmesi gereken müşteri beklentileri ile ilgili ürünü, prosesi veya süreci net olarak belirleyin.
- Hedef müşteri kitlesini belirleyin. Son kullanıcı olan müşterilerin yanı sıra bayiler, dağıtıcılar ve hatta kurum içi kişi ve bölümler müşteri olarak düşünülebilir. Müşteri kitlesi ne kadar daraltılırsa beklentiler o kadar somutlaştırılabilir.
- Beklentilerle ilgili olabilecek mevcut verileri inceleyin. Bu veriler hâlihazırda müşteri ihtiyaçları şeklinde veya müşteri şikâyet, yorum ve anketleri şeklinde olabilir.
- Beklentileri ön bir taslak şeklinde listeleyin. Bu aşamada proje takımı beklentinin özüne sadık kalarak soyut ifadeleri somut teknik

beklentiler şekline getirmelidir.

- Bir önceki adımda oluşturulan beklenti kriterleri müşteri ile tekrar temasa geçerek onaylatılmalıdır.

- Müşteriden gelen geri bildirim ve yorumlarla, beklenti listesine son şekli verilmelidir.

### **Beklentilerin Önceliklendirilmesi:**

Bir ürün, proses veya hizmet sürecinde müşteri beklentileri birden fazladır. Hatta çoğu zaman beklentiler onlarca olabilmektedir. Beklentilerin önceliklendirilmesi müşteriler tarafından yapılmalıdır. Burada amaç, her bir beklentiye iyileştirmeye çaba sarf etmek yerine müşterinin daha fazla önemseydiği, kritik birkaç beklentiye odaklanmaktır. Keza birçok beklentiye eş-zamanlı düşünmek ve iyileştirme çalışmalarını ona göre yapmak çok daha zahmetli ve verimsiz bir çalışma olabilir.

*Örnek Uygulama:*

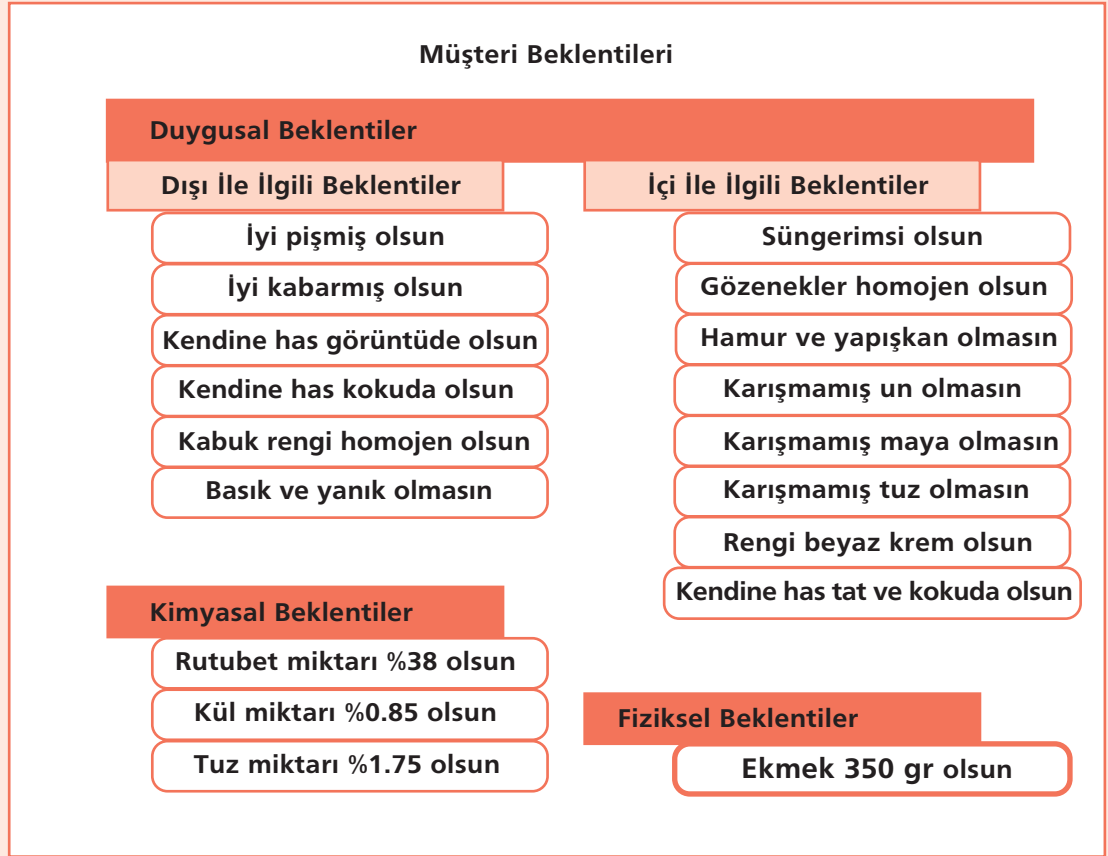
*Müşteri beklentilerini belirleme çalışması "Ekmek Hamuru Hazırlama ve Pişirme" projesi için yapılmıştır.*

*Müşteri ile yapılan görüşmeler, son bir yılda sözlü ve yazılı gelen şikâyetler ve birazda sektör ile ilgili hazırlanmış raporlar incelendiğinde ekmekten müşteri beklentilerinin 3 ana kategoride olabileceği belirlenmiştir. Bu beklentiler duygusal beklentiler, kimyasal beklentiler ve fiziksel beklentiler olarak adlandırılabilir.*

*Bu beklenti listesi hazırlandıktan sonra mevcut, potansiyel ve eski müşterilerle temasa geçilmiş ve belirlenen kriterlerin geçerliliği konfirme edilmiştir. Geliştirilen müşteri beklenti listesi aşağıda Figür 16'da özetlenmektedir.*

*Bu çalışma sonrasında müşterilerle yapılan ikinci bir çalışma beklentileri önceliklendirme*

*için olmuştur. Bu çalışmanın sonucu olarak ta müşteri beklentilerinden en önemlisinin gözlenebilir ve ölçülebilir kriter olan ekmek gramajı olduğu anlaşılmıştır. (Dolayısı ile bundan sonraki bölümlerde örnek uygulamalar ekmek gramajında beklentileri karşılamak için yapılan çalışmalar olacaktır).*

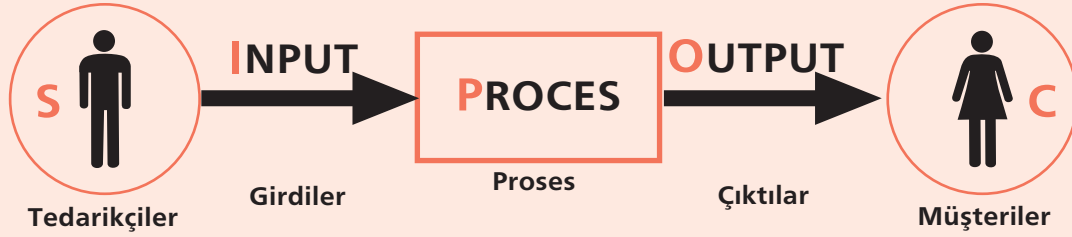


**Figür 16: Ekmekten Müşteri Beklentileri**

### 12.1.3 Proses Haritasının Geliştirilmesi

Tanımlama Aşamasında en son adım, seçilen proje için üst-düzey proses haritasının geliştirilmesidir. Bu adım fazla önemli görünmemiş olmasına rağmen, bundan sonraki detaylı proses sürecini geliştirmek için ön bir çalışma olmuş olur.

Figür 17'de de gösterildiği gibi, SIPOC diyagramı olarak ta adlandırılan bu proses haritası, seçilen süreç için tedarikçileri, proses girdilerini, prosesin kendisini, proses çıktılarını ve son olarak müşterileri özetleyen bir süreç akış diyagramıdır.



**Figür 17: SIPOC Modeli**

SIPOC haritasında kullanılan bilgi kategorileri aşağıda özetlenmektedir.

**Tedarikçiler (Suppliers):** Proses için gerekli bilgiyi, malzemeyi ve diğer kaynakları sağlayan kişi veya organizasyonlardır.

**Girdiler (Inputs):** Proseste kullanılmak üzere tedarikçiler tarafından sağlanan bilgi, malzeme ve diğer kaynaklardır.

**Proses (Process):** Girdileri bir dizi faaliyetler sonucu istenilen faydaya dönüştüren süreçtir.

**Çıktılar (Outputs):** Müşteri tarafından kullanılan veya faydasına sunulan ürün veya hizmettir.

**Müşteriler (Customers):** Prosesten gelen çıktıyı kullanan veya ondan istifade eden insan, şirket veya başka proseslerdir.

**Örnek Uygulama:**

*Ekmek hamuru hazırlama ve pişirme projesi için SIPOC modeli geliştirilmiştir. Burada tedarikçiler: ekmeğin hammaddelerini sağlayan şirketle; girdiler: hamuru oluşturmak için gerekli un, su, tuz gibi maddeler; proses: hazırlama ve pişirme süreci; çıktı: ekmeğin; ve son olarak müşterilerde ekmeği satın alan taraflardır. Bu süreç Tablo 3'de gösterilmektedir.*

**Tablo 3: Ekmek Hamuru Hazırlama ve Pişirme İçin SIPOC Modeli**

SIPOC DİYAGRAMI				
Tedarikçiler (Suppliers)	Girdiler (Inputs)	Proses (Process)	Çıktılar (Outputs)	Müşteriler (Customers)
Un satıcıları Su şebekesi Maya satıcıları Tuz satıcıları	Un Su Maya Tuz	Maddeleri tart Maddeleri karıştır Hamuru yoğur Hamuru dinlendir Hamuru kes/tart Hamuru dinlendir Hamuru şekillendir Ekmeği pişir Ekmeği depola Ekmeği sat	Ekmek	İş yerleri Restoranlar Büfeler Marketler Bakkallar Bireysel müşteriler

## 12.2 Ölçme Aşaması

Bir önceki bölüm olan Tanımlama Aşamasında iyileştirme için odaklanılan prosesin üst-düzeyde girdi ve çıktıları SIPOC diyagramında belirtilmişti. Buna ilave olarak, bu prosesten öncelikli müşteri beklentisi de (örneğin ekmeğin gramajı) ifade edilmişti. Ölçme Aşamasında proses çıktısının hedef değerden sapmasına veya hedef değer etrafında varyans göstermesine sebep olan kök-nedenler belirlenecek ve prosesin mevcut durumu ölçülerek rakamlarda ifade edilecektir. Bu çalışmalar örnek projeye uygulanarak aşağıdaki gibi yapılabilir.

Proses çıktısının hedef değerden sapması veya hedef değer etrafında değişkenlik (varyans) göstermesi üretim sürecindeki birçok parametreye bağlı olabilir. Örneğin, ekmeğin hamuruna gereğinden az su eklemek veya ekmeğin fırında gereğinden fazla bekletmek ekmeğin ağırlığının hedeflenen değerden az olmasına neden olabilir. Bu durumda çözüm, "ekmeğin hamuru hazırlama ve pişirme" sürecinde ekmeğin gramajını değiştireceği düşünülen kritik parametreleri belirlemekte ve bu parametrelerin değişkenlik aralığını azaltmakta olacaktır. Doğal olarak her defasında hamura aynı miktarda su eklenir ve ekmeğin fırında aynı miktarda pişirilirse (diğer parametrelerinde aynı kaldığı düşünülerek) ekmeğin gramajı da aynı olacaktır.

Kritik proses çıktısında değişkenliğe sebep olan kök-nedenleri belirlemek ve ne kadar değişkenliğe sebep olduğunu hesap edebilmek için bu parametrelerin gözlemlenmesi ve ölçülebilir olması gerekmektedir. Parametreler ölçülebilir olmaları açısından nicel ve nitel olarak iki kısma ayrılırlar. Nicel parametreler bir ölçme cihazı ile kolaylıkla ölçülebilir (örneğin, uzunluk, % hata oranı, vb.). Performans göstergelerinde

nitel parametrelerin olması durumunda ise 1-10 gibi değerlendirme skalası kullanılabilir. Bu gibi nitel çıktılar anket, takım veya uzman puanlaması ile rakamsal puana/skora dönüştürülebilir. Bu parametrelere bazı örnekler estetik, tat, kullanım kolaylığı olabilir.

Iyileştirme için çözüm önerileri geliştirmeden önce mevcut durum analizi yapmak ve bu verilere göre hamleler yapmak daha etkin sonuçlar üretecektir. Bunun için mevcut durumu belirlemek ve problem kaynaklarını önceliklendirmek bu aşamada yapılması gereken önemli bir faaliyettir. Bu amaca yönelik olarak aşağıda ilk olarak müşteri memnuniyetini azaltan, değişkenliğe neden olan kök-nedenler bulunacaktır. Daha sonra da mevcut durumun performans seviyesi ölçülecektir. Aşağıda bu çalışmalar sırası ile yapılmaktadır.

### 12.2.1 Mevcut Durumun Performansını Ölçmek

Mevcut durumun performansının ölçülmesi için proses sürecinin bilinmesi ve anlaşılması gerekmektedir. Daha sonra bu süreçte kritik noktalar veya parametreler belirlenir ve mevcut değerler ölçülebilir. Bu kısımda yapılan çalışmalarda aşağıda gösterilen sistematik yöntem kullanılabilir.

#### Ölçülmesi Gereken Parametrelerin Belirlenmesi:

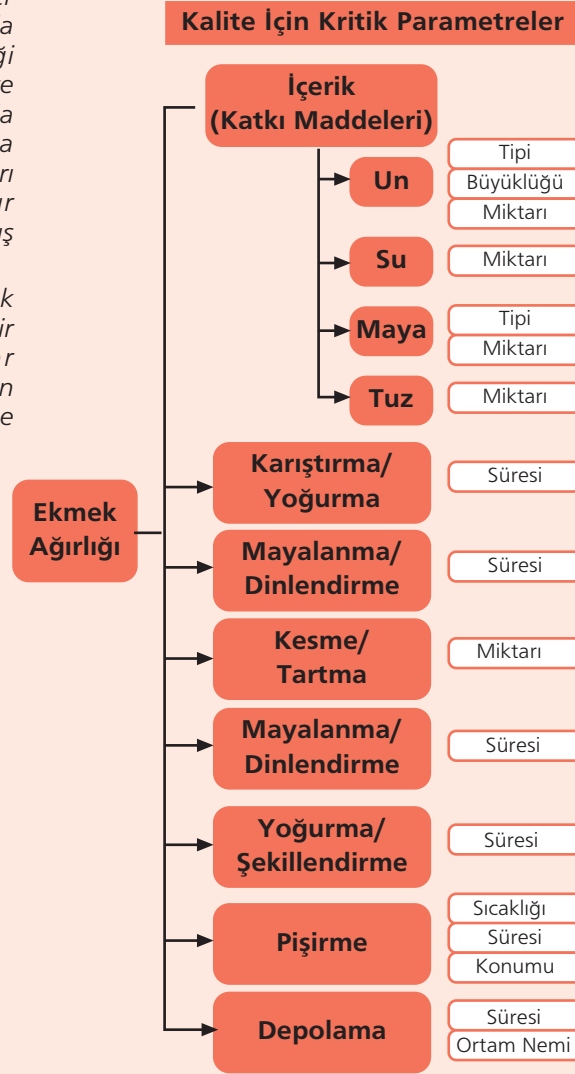
Kritik parametrelerin belirlenmesi için değişik yöntemlerden istifade edilebilir. Bu kılavuzda "Kalite için Kritik Parametreler Ağacı" yöntemi kullanılacaktır. Bu yöntem daha çok "Critical to Quality Tree" veya kısaca "CTQ Ağacı" olarak da bilinmektedir.

CTQ Ağacı, belirli bir müşteri beklentisini etkileyebilecek kritik parametrelerin ağaç diyagramı şeklinde kök-nedenlerine kadar belirlenme yönteminden ibarettir.

Örnek Uygulama:

Figür 18'de önemli müşteri beklentisi olarak seçilen "ekmek gramajı" için kritik parametreler CTQ Ağacında gösterilmektedir. Diyagramda da görüleceği üzere gramajı etkileyeceği düşünülen parametreler değişik kategorilere ayrılabilir. Bu kategoriler: Ekmek hamurunda kullanılan katkı maddeleri, hamuru karıştırma ve ilk dinlendirme işlemi, tek-ekmeklik hamurları kesme işlemi, mayalanma süreci, hamur şekillendirme işlemi, fırında pişirme ve satış anına kadar depolama işlemleridir.

Daha sonra her bir kategori için ekmek gramajını etkileyeceği düşünülen gözlenebilir ve ölçülebilir fiziksel parametreler belirlenmiştir. Son olarak parametrelerin rakamsal değerlerini ifade etmek için ölçme birimleri listelenmiştir.



ÖLÇME AŞAMASI  
(MEASURE)

Figür 18: Ekmek Gramajı İçin CTQ Ağacı

CTQ Ağacında görüldüğü gibi her bir belirlenen kritik parametre hem sonucu (ekmek gramajını) etkilemekte hem de ölçülebilir bir parametreyi temsil etmektedir.

**Operasyonel Tanımların Yapılması:**

Üzerinde çalışılan prosesteki tanımların ve elde edilmek istenen ölçüm değerlerinin herhangi bir karışıklığa ve yanlış anlamağa fırsat vermeyecek şekilde tam ve net olarak tanımlanması gerekmektedir. Örneğin Figür

18'de "ekmeğin -fırın içindeki- konumu" ifadesi kritik parametre olarak listelenmiştir. Bu ifade takım üyeleri tarafından farklı türde tanımlanıp, farklı türde ölçülebilir. Bu anlamda her bir kritik parametre için gerekli tanımlama ve ölçme sistemi belirlenmelidir.

*Örnek Uygulama:*

*Tablo 4 "Ekmek Hamuru Hazırlama ve Pişirme" süreci için operasyonel tanımlamaları özetlemektedir.*

**Tablo 4: Operasyonel Tanımlar ve Ölçme Birimleri**

CTQ Parametreleri	Birimler	Operasyonel Tanımlar
Un Tipi	Tedarikçi	Hamura yapılmak üzere un alınan tedarikçi firma
Un Boyutu	Mikron	Un partiküllerinin boyutu
Un Miktarı	Gram	Bir ekmek için hamura katılan su miktarı
Su Miktarı	Gram	Bir ekmek için hamura katılan su miktarı
Maya Tipi	Tedarikçi	Hamura katılmak üzere maya alınan tedarikçi firma
Maya Miktarı	Gram	Bir ekmek için hamura katılan maya miktarı
Tuz Miktarı	Gram	Bir ekmek için hamura katılan tuz miktarı
Yoğurma Süresi	Dakika	İlk hamur yapılırken karıştırma ve yoğurma süresi
İlk Mayalanma Süresi	Dakika	Hamur yoğrulduktan sonra ilk dinlendirme/mayalanma süresi
Kesme/Tartma Miktarı	Gram	Ekmek için hamurdan kesilen parça büyüklüğünün ağırlığı
İkinci Mayalanma Süresi	Dakika	Kesilen ekmek hamurlarının mayalanma/kabarma süresi
Şekillendirme Süresi	Saniye	Fırına vermeden önce hamurların son kez şekillendirme süresi
Pişirme Sıcaklığı	Derece	Fırının ortalama sıcaklığı
Pişirme Süresi	Dakika	Fırında ekmeklerin kalma süresi
Pişirme Konumu	cm	Ekmeğin fırın içindeki ateş/sıcaklık kaynağına en kısa mesafesi
Depolama Süresi	Dakika	Ekmeklerin satılıncaya kadar depolama/bekletme süresi
Depo Ortam Nemi	%	Ekmeklerin satılıncaya kadar muhafaza edildiği yerin bağıl nemi

**Veri Kaynaklarının Belirlenmesi:**

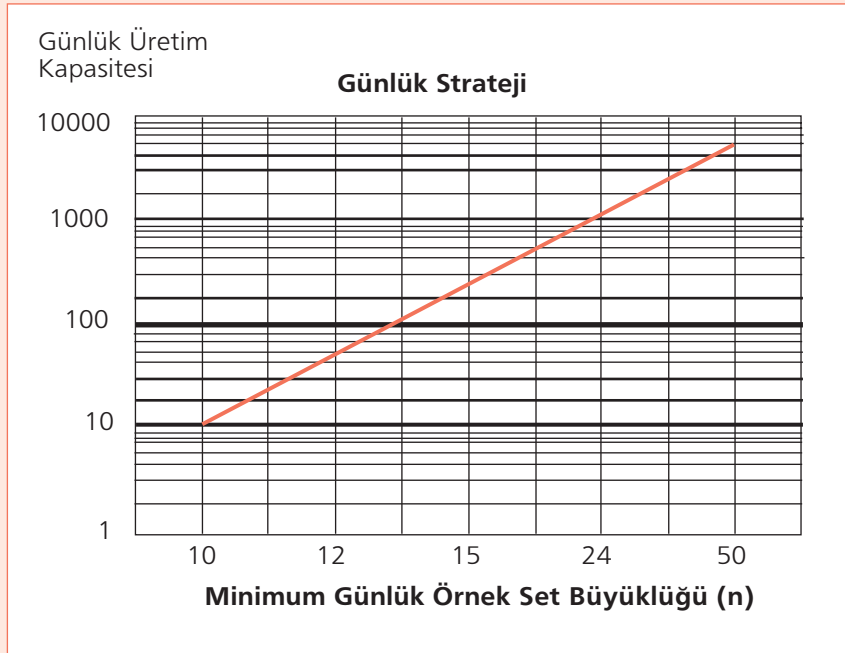
Kritik parametrelerin mevcut durumlarını belirlemek için gerekli olan veriler hâlihazırda toplanmış verilerden veya yeni toplanacak verilerden elde edilebilir.

Eğer kurumda üzerinde çalışılan sürece ait hâlihazırda veri var ise tercihen bu verilerden istifade edilmeye çalışılmalıdır. Bu hızlı ve ekonomik bir analiz sağlar. Fakat hazır verilerin yeni çalışma için kullanılabilmesi için güvenilir olduklarının bilinmesi gereklidir. Bu da bir önceki verilerin ne amaçla toplandığına ve şimdiki amaçla bir paralellik gösterip göstermediğine bakılarak karar verilebilir. Eğer mevcut veriler

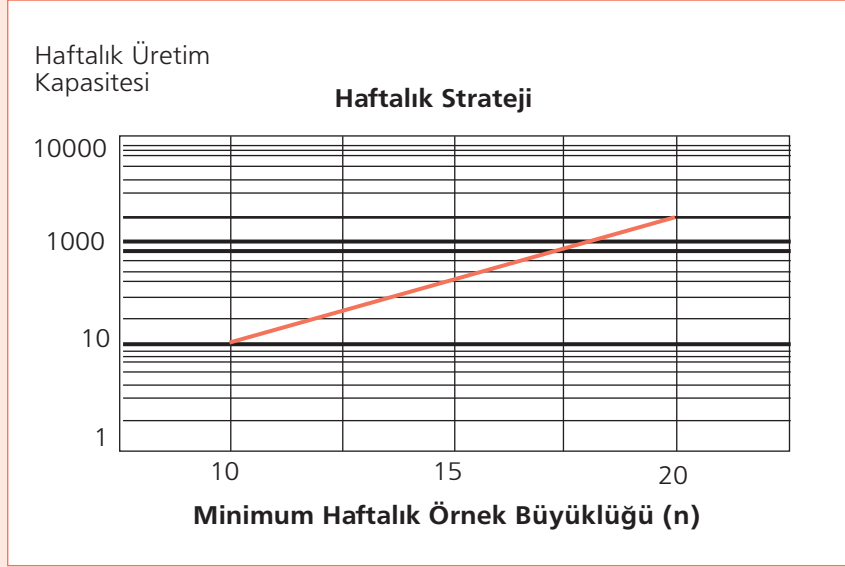
güvenilir olmaz veya kullanılamaz ise yeni veri toplama için plan yapılmalıdır.

**Veri Toplama ve Örnekleme Planının Yapılması:**

Mevcut durum değerlendirmesi yapmak için veri toplanmalıdır. Verinin nicel mi (ölçülebilir mi) yoksa nitel mi (ölçülemez mi) olma durumuna göre veya verilerin bir kitleden mi (popülasyondan mı) yoksa bir prosesten mi gelme durumuna göre farklı veri toplama planına gerekli olabilir. Ayrıca veri kaynağının büyüklüğüne göre veri seti ve veri toplama aralığı (frekansı) değişebilir. Prosesten veri toplama durumu için Figür 19 ve 20 örnek veri seti büyüklüklerini (n) göstermektedir.



Figür 19: Günlük Örnek Veri Toplama Stratejisi



**Figür 20: Haftalık Örnek Veri Toplama Stratejisi**

Eğer günlük üretim kapasitesi 10 âdetten fazla ise “günlük strateji”, az ise “haftalık strateji” kullanılmalıdır. Bu stratejiler hem nicel hem de nitel değişken durumları için kullanılabilir.

*Örnek Uygulama:*

*Ekmek üretimi günlük 10,000 âdet ve üzeri olduğu için “günlük strateji” uygun görülmüştür. Bu durumda, Figür 19’da ki grafiğe göre günlük toplam veri sayısı 50 adet olarak öngörülmüştür. Bu veriler gün içerisinde değişik zamanlarda alınan ölçümlerden oluşabilir.*

“Ağırlık” gibi nicel ölçümlerin yapılabileceği veri toplama durumunda örnek set büyüklükleri (n) 3 ile 7 arası ölçümden oluşabilir. Verilerin nitel olma durumunda ise örnek set büyüklüğü hata oranına göre 50, 100 veya daha fazla

olabilmektedir. Örneğin bir proseste hata oranı %2 ise, alınan örnek sette en az ortalama bir hata olacak şekilde örnek set büyüklüğü seçilmelidir. Hata oranı 0,02 ise (yani %2), örnek set büyüklüğü en az 50 olmalıdır.

*Örnek Uygulama:*

*Fırının günde 10 saat aktif üretim yaptığı düşünülürse (07:00-17:00 arası), her saat başı 5 âdet örnek ölçümün alınması ve 10 saat boyunca toplam 50 ölçüm yapılması uygun olacaktır. Günlük veri toplama planı Tablo 5’de gösterilmektedir.*

Tablo 5: Günlük Örnek Veri Toplama Planı

Örnek Veri Seti	Ver Toplama Zamanı	Toplanan Veriler
Set 1	07:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 2	08:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 3	09:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 4	10:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 5	11:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 6	12:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 7	13:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 8	14:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 9	15:00	X1, X2, X3, X4, X5
Set 10	16:00	X1, X2, X3, X4, X5

**Veri Toplama:**

Bu aşamada veri toplama planı tekrar gözden geçirilmeli ve anlaşıldığından emin olunmalıdır. Veri toplama işleminin sağlıklı ve güvenilir olması için veri toplama yeri ayarlanmalıdır. Verilerin güvenilir olması için bu çalışmada görev alacak operatörler ve ölçüm cihazlarında yeteri kadar doğruluk (accuracy) ve istikrar (precision) gereklidir. Bunun için operatörlere ön bir eğitim, cihazlara da kalibrasyon gerekli olabilir. Veri toplama yeri, operatörler ve cihazlar ayarlandıktan sonra veri toplama çalışması başlatılabilir.

Mevcut durumu tahlil için gerekli verilerin toplanması imkânlar ölçüsünde geniş zaman aralığına yayılabilir. Genellikle ölçüm yapılan noktalar ve parametreler CTQ Ağacında (Figür 18) belirlenen noktalarda olmalıdır.

**Örnek Uygulama:**

*Ekmek pişirme prosesinde gün boyunca 10 değişik zamanda her biri 5 ölçümden oluşan 10 örnek set alınmıştır. Bu her bir kritik parametre için toplam 50 ölçüm demektir. Veri toplama işlemi bir hafta içinde 4 gün boyunca tekrar edilmiştir. Toplanan mevcut durum değerleri aşağıdaki tabloda özetlenmektedir. Veriler kısaca ortalama değer ve standart sapma cinsinden verilmiştir.*

Tablo 6: Fırından Toplanan Veriler

Parametreler	Mevcut Ölçüm Değerleri		
	Birim	Ortalama	Sigma
Un Miktarı	Gram	60	2,04
Su Miktarı	Gram	95	2,46
Maya Miktarı	Gram	2,5	0,22
Tuz Miktarı	Gram	1	0,06
Karıştırma Süresi	Dakika	15	1,98
Dinlendirme Süresi	Dakika	15	2,04
Tartma Miktarı	Gram	555	3,71
Mayalama Süresi	Dakika	30	1,85
Şekillendirme	Saniye	20	2,24
Pişirme Sıcaklığı	Derece	220	17,80
Pişirme Süresi	Dakika	20	1,80
Pişirme Konumu	cm	30	19,68
Depolama Süresi	Saat	6	2,06
Depolama Bağıl Nemi	%	50	16,33
Ekmek	Gram	347,79	5,93

### 12.2.2 Mevcut Durumun Ölçülmesi

Prosesten gerekli veriler toplandıktan sonra mevcut durum hakkında değerlendirme yapılabilir. Değerlendirmeler prosesteki her bir kademe için yapılabileceği gibi prosesin geneli içinde yapılabilir. Bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için her şeyden önce bazı temel tariflerin yapılması ve kavramların bilinmesi gerekmektedir. Bunlar aşağıda açıklanmaktadır.

**Birim (Unit):** Ölçümü yapılacak olan ve müşteriye teslim edilecek parça, ürün, sistem,

proses veya hizmettir. Araba, elbise, otel hizmeti, telefon servisi gibi birimler bu anlamda düşünülebilir.

*Örneğin, bu kılavuzda ele alınan ekmek pişirme prosesi için bu bir adet "ekmek" demektir.*

**Hata (Defect):** Müşteriye sunulan ürün ve hizmetlerde memnuniyetsizlik oluşturacak kalite seviyeleridir. Genellikle "hatalı" olarak adlandırılan ürün ve hizmetler müşterinin kabul edebileceği sınır değerlerinin dışında

kalan, daha kötü değere sahip olan ürün ve hizmetlerdir.

*Örneğin, 350 gramlık bir ekmekte müşteri +/-%2'lik sapmayı kabul etmektedir. Bunun dışında olan ekmek gramajlarını hatalı olarak algılamaktadır. Bu durumda %2'lik tolerans değeri 350 gramlık ekmekte +/-7gram yapmaktadır. Sonuç olarak 343 gramdan az veya 357 gramdan fazla ekmekler hatalı olarak kabul edilecektir.*

**Hata Fırsatı (Defect Opportunity):** Üründe veya hizmette müşteriyi memnun etmeyecek ve hata olarak algılanabilecek maksimum hatalı ürün veya hizmet sayısıdır. Bu pratikte ölçüm için alınan numune sayısına eşittir.

*Örneğin, gün boyunca gramaj ölçümü için fırından 50 adet ekmek alınıyor ise, ekmeğin hatalı olması için 50 adet fırsat vardır.*

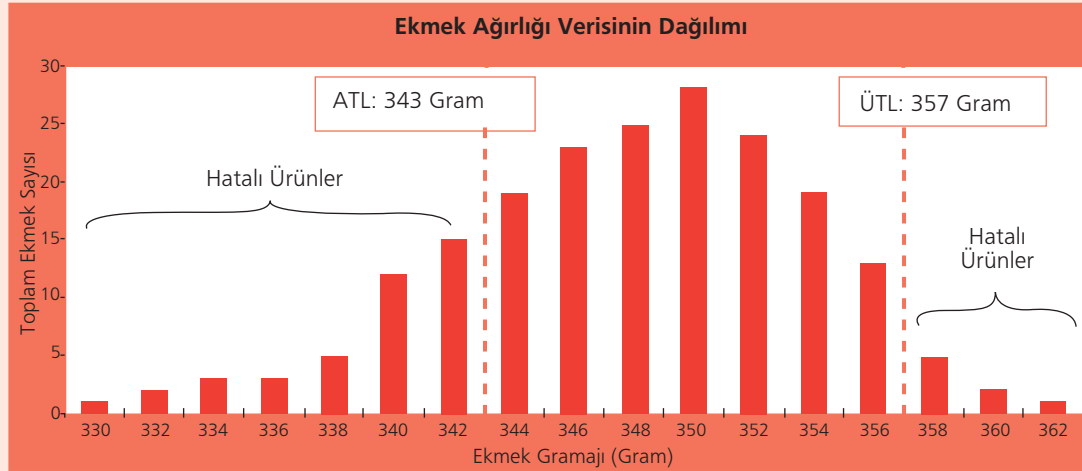
Aşağıdaki bölümlerde mevcut durum ve buna karşılık gelen kalite kayıp maliyetleri hesaplanmaya çalışılacaktır.

### Mevcut Kalite Seviyesi:

Bu aşamada proses çıktısının 6-Sigma felsefesine göre kalite seviyesi belirlenir. Bunun için toplam veriler alınıp, hatalı olanların belirlenmesi gerekir. Hatalı ürünler müşteri tolerans sınırları dışında kalan ürünlerdir. Kalite seviyesi hatalı ürün sayısının toplam ürün sayısına oranının standart sapma birimi cinsinden ifade şeklindedir.

*Örnek Uygulama:*

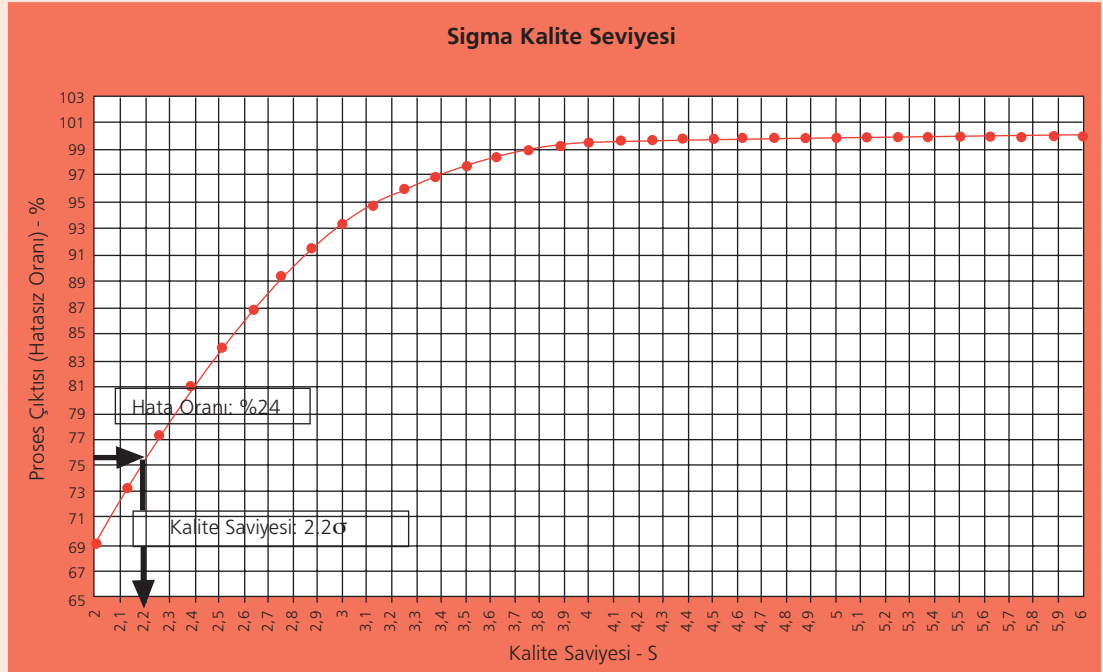
*Figür 21 fırından 4 gün boyunca alınan toplam 200 verinin frekans grafiğinde gösterimidir. Grafikten de anlaşılacağı gibi ekmek ağırlıkları hedef değer olan 350 gramdan sapmalar göstermektedir. Bu sapmaları 6-Sigma felsefesine göre hatalı-hatasız olarak ayırabilmek için tolerans sınırları dışında kalan ekmek sayısını bilmek gereklidir. Daha sonra bu sayının toplam ekmek sayısına oranı bize prosesin mevcut kalite oranı hakkında rakamsal bir değer verebilecektir.*



Figür 21: Ekmek Ağırlığının Dağılımı

Ekmeğin ağırlığı ile ilgili müşteri beklentisinin +/-7 gram olduğu yukarıda belirtilmişti. Bu durumda bu tolerans sınırları dışında kalan ekmeğin sayısı 200 ekmeğin toplam 48'idir. Buda bize fırının %76 oranında kaliteli, %24 oranında da hatalı ekmeğin üretildiğini gösterir.

Hata oranının 6-Sigma kalite değerlendirme sisteminde kaç Sigma'ya denk düştüğünü bulmak için aşağıdaki grafik (Figür 22) kullanılabilir. Görüldüğü gibi %24 hata oranı 2.2 Sigma seviyesine denk düşmektedir. Hedef olarak 6-Sigma seviyesinin olduğu bir iyileştirme sürecinde, 2.2 Sigma seviyesi potansiyel olarak iyileştirme için oldukça fırsat olduğunu göstermektedir.



**Figür 22: Ekmeğin Hamuru Hazırlama ve Pişirme Prosesinin Mevcut Kalite Seviyesi**

**Mevcut Kalitesizlik Maliyeti:**

Mevcut durumun kuruma zararını belirlemek için kalitesizlik maliyeti de hesaplanabilmektedir. Bu müşteri beklentilerine uymayan ürünleri veya hizmetleri üretmek için harcanan

kaynakların şirkete olan maliyetlerinin toplamıdır. Bu ürün ve hizmetler satılmadığı için şirkete direkt zarar veya kayıp olarak düşünülmektedir.

### Örnek Uygulama:

Genelde müşteri beklentilerine uymayan ürünler hatalı olarak iyilerinden ayrılmakta ve bu ürünler satılamamaktadır (Not: Ekmek örneğinde bu böyle olmamakla beraber, metodun çalışma prensibini anlatmak için bu ürünlerin satılmadığı ve elde kaldığı düşünülecektir). Kalitesizlik maliyeti aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

#### Kalitesiz ürün sayısı:

Kalitesiz ürün oranı:	%24 (48 adet hatalı/200 adet toplam)
Günlük üretim:	20,000 adet/gün (günlük kapasitesi)
Günlük hatalı ürün:	4,800 adet/gün (%24 oranına göre)

#### Kalitesizlik maliyeti:

350 gr ekmek fiyatı:	700 Kuruş/adet
Birim ürün maliyeti:	420 Kuruş/adet
Günlük kalitesizlik maliyeti:	2,016 TL/gün (4,800*0,420)
Yıllık kalitesizlik maliyeti:	735,840 TL/yıl (2,016*365)

Yukarıda görüldüğü gibi müşteri tarafından kabul edilmeyen ürünlerin ürünü veya hizmeti sunan şirkete maliyeti oldukça yüksek olabilmektedir. Bundan sonraki aşamalarda yapılacak proses iyileştirme çalışmalarında amaç, hatalı ürün oranını azaltarak kalitesizlik maliyetini mümkünse sıfır düzeylerine çekmektedir.

Prosesin çıktısının hatalı olmasına sebep olacak kök-nedenler aşağıda "Analiz Aşaması"nda ele alınacak ve sonraki bölümlerde de bu

sebepler ortadan kaldırılmaya çalışılacaktır. Böylece doğal olarak proses çıktısındaki hata oranı ve buna bağlı olarak ta kalitesizlik maliyeti azalmış olacaktır.

### 12.3 Analiz Aşaması

Ölçme Aşamasında prosesin mevcut durumu için veri toplanmış ve prosesin kalite seviyesi belirlenmişti (örneğin ekmek gramajı için kalite seviyesinin  $2,2\sigma$  olduğu hesaplanmıştı). Burada hedef, Sigma kalite değerini yükseltmek ve bunun doğal bir sonucu olarak da hataları düşürmektir. Analiz Aşaması bu amaca yönelik olarak Ölçme Aşamasında toplanan verileri kullanarak hataların kök-nedenlerini belirlemeye çalışacaktır.

Hataların kök-nedenlerini belirleme çalışması hem çıktı verilerine odaklı hem de kullanılan süreç aşamalarına odaklı çalışmalarla olabilmektedir. Bu aşamada kritik performans parametresini (örneğin, ekmek gramajı) etkileyen girdileri (X) ve çıktıları (Y) proses haritasında belirlemek faydalı olacaktır.

#### Örnek Uygulama:

Figür 23 Ekmek Hamuru Hazırlama ve Pişirme Prosesini göstermektedir. Figürde görüldüğü üzere proses çıktısı olan ekmek gramajı "Y" ile diğer proses girdi ve proses içi parametrelerde "X" olarak gösterilmiştir.



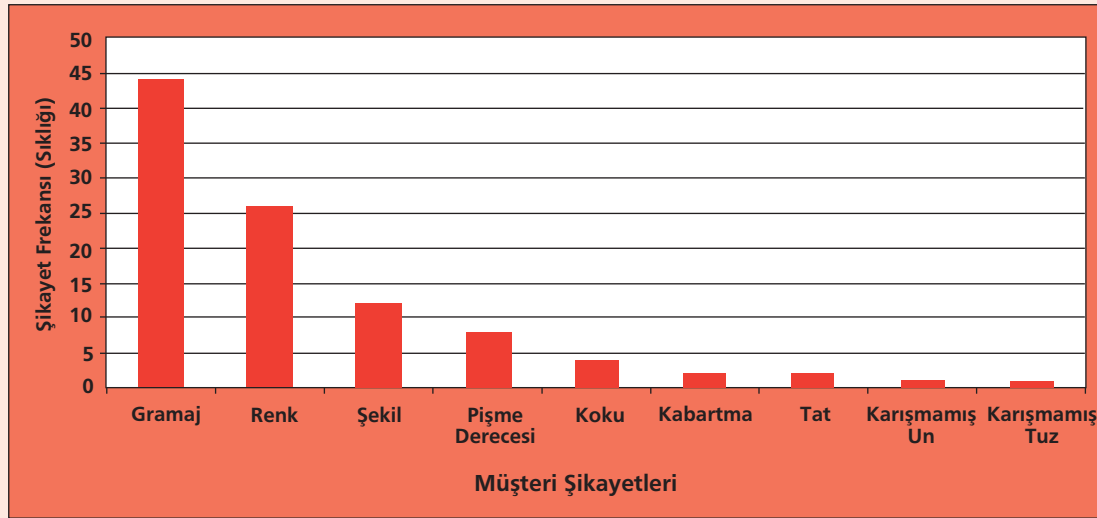
Örnek Uygulama:

Genel anlamda müşterilerin ekmek ile ilgili memnuniyetsizliğini incelemiş olalım. Bu çalışma sonucunda müşterilerin genellikle ekmeğin rengi, kokusu, şekli, pişme derecesi, gramajı, kabarma miktarı ve karışmamış un miktarı hakkında şikâyetlerde bulduklarını belirlemiş olalım (bu kategoriler hata türleri olarak adlandırılabilir).

Ek bir çalışma ile mevcut şikâyetlerin incelendiğini ve her bir hata türü için ne kadar şikâyet geldiği belirlenmiş olsun. Proje takımı

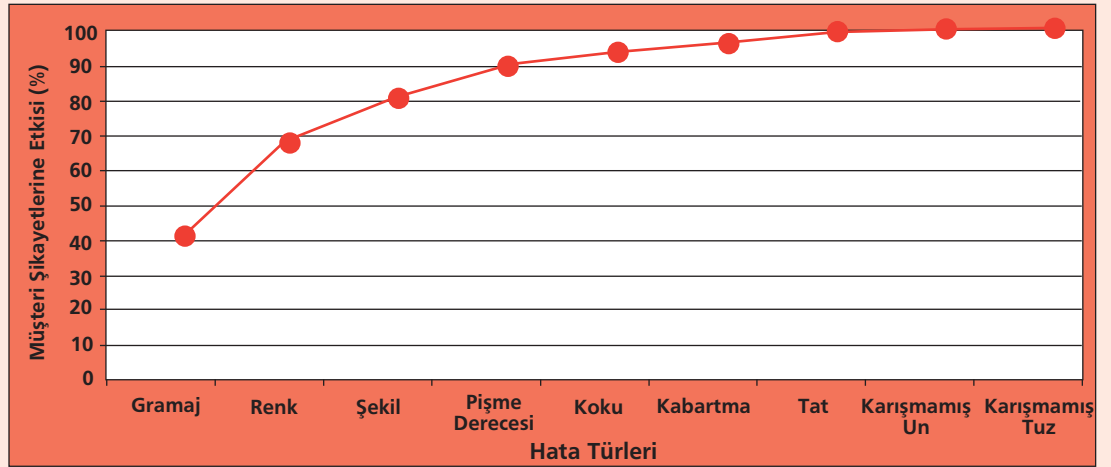
bu aşamada müşteri anketleri ile hata türlerinin müşteri memnuniyetini ne kadar etkilediğini de belirleyebilir.

Bu durumda Pareto çizelgesi Figür 24'de ki gibi düzenlenebilir. Burada x-ekseninde hata türleri (müşteri memnuniyetsizliğine etki eden nedenler), y-ekseninde ise her bir hata türünün oluşma sıklığı veya müşteriyi etkileme derecesi gösterilmektedir. Bu durumda iyileştirme takımı öncelikle memnuniyetsizliğe en fazla neden olan hata türünden (buradaki örnekte "ekmek gramajı") başlayarak iyileştirme çalışmalarını planlamak durumundadır.



Figür 24: Hata Türlerinin Pareto Çizelgesi İle Gösterimi

Pareto çizelgesindeki bilgiler toplam müşteri memnuniyetsizliğine (veya şikâyetlerine) etkileri açısından da gösterilebilir. Bu etkiler 100-lük skalada Figür 25'de ki gibi gösterilebilir.



Figür 25: Hata Türlerinin Toplam Müşteri Memnuniyetine Etkileri

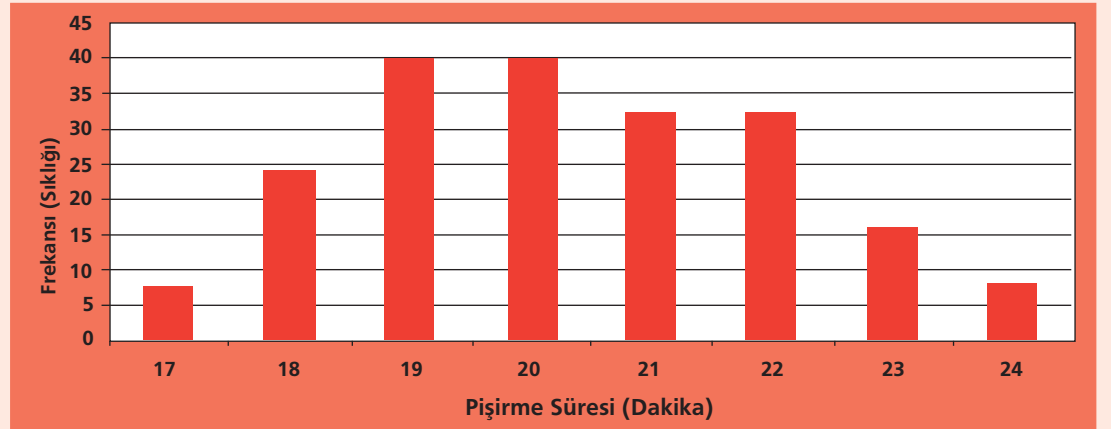
**Frekans Çizelgesi:** Belirli bir kalite kriterinin veya kalite kriterine etki eden kök-nedenlerin almış olduğu değerlerin oluşma sıklığına (frekansına) bağlı olarak çubuk grafiği şeklinde gösterilmesidir.

Örnek Uygulama:

Proses çıktısı olan ekmek ağırlığının değerleri

frekans çizelgesi ile Figür 21'de olduğu gibi gösterilebilir.

Buna benzer şekilde ekmek gramajına etki edebileceği düşünülen muhtemel kök-nedenlerden biri olan pişirme süresinin frekans çizelgesinde gösterimi de Figür 26'da örneklenmiştir.



Figür 26: Pişirme Süresinin Frekans Çizelgesinde Gösterilmesi

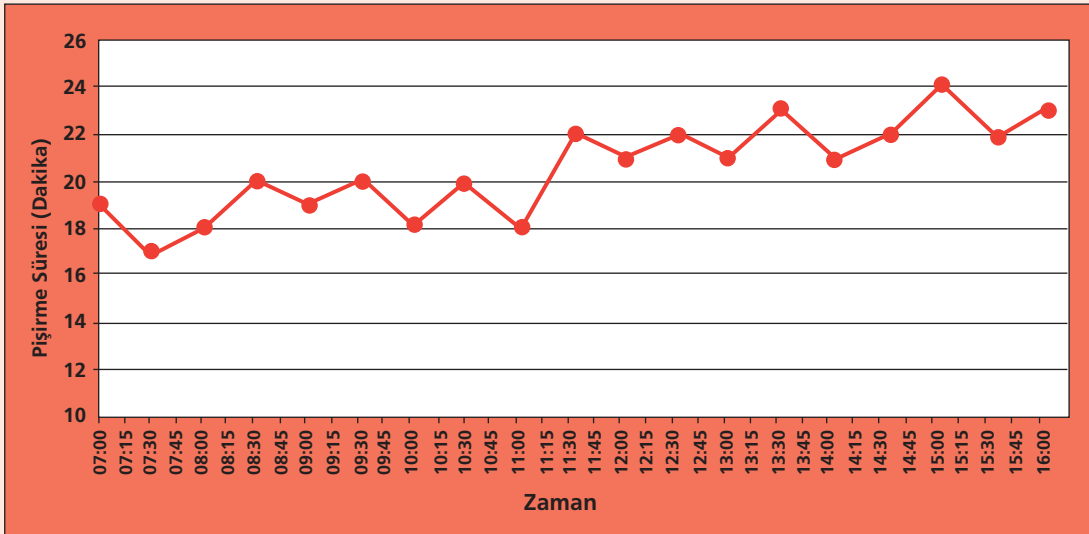
Figür 21 ve 26'da görüleceği üzere frekans grafikleri kritik parametrelerin ortalama değerleri ve varyansları (değişkenlikleri) hakkında görsel bir değerlendirme imkânı sağlar. Bu değerlendirmeler prosesin kalitesini etkileyen kök-nedenlerin belirlenmesinde önemli ipuçları sağlar.

**Zaman Çizelgesi:** Kalite veya performans açısından kritik sayılabilecek proses çıktı değerlerinin veya çıktıyı etkileyebileceği düşünülen proses girdi veya proses içi parametre değerlerini ölçme zamanına göre gösteren çizelgedir. Bu çizelgenin kullanılmasının ana hedefi, zamana bağlı olarak performans düşüşüne veya hataya

neden olabilecek parametreler veya değişkenler hakkında ipuçları elde etmektir.

*Örnek Uygulama:*

*Figür 26'da pişirme süresindeki ortalama değer ve değişkenlik frekans çizelgesinde gösterilmişti. Aynı veri setindeki değerler ölçme zamanına göre sıralandığı zaman Figür 27'de gösterildiği gibi olsun. Böyle bir durumda hataya (değişkenliğe) yol açan kök-nedenler hakkında fikirler yürütülebilir. Figürde görüldüğü gibi belirli bir zamandan sonra (yaklaşık saat 11:00'den sonra) ortalama pişirme süresi artmış görünmektedir.*



**Figür 27: Ekmek Pişirme Süresinin Zaman Çizelgesi İle Gösterilmesi**

Pişirme süresindeki artış bu değişikliğin arkasında özel bir nedenin olduğunu ortaya koymaktadır. Değişkenliğin arttığı zaman düşünülerek buna neden olan parametrenin ne olduğu araştırılmalıdır. Örneğin, ekmek pişirme ile ilgili proses faaliyetleri incelenmiş

ve saat 11:00'de operatörün değiştiği görülmüştür. Dolayısı ile değişimin kök-nedeni operatörlerin pişirme süresi ile ilgili tutarsız kararlarıdır. İlk operatör ortalama olarak 18,75 dakikada, ikinci operatör ise yaklaşık 21,60 dakikada ekmekleri fırından çıkarmaktadır.

### 12.3.2 Kök-Nedenler Hakkında Tezler Geliştirmek

Araştırma (keşfetme) aşamasında toplanan veriler değişik yöntemler kullanılarak anlaşılmaya ve kalitesizliğe neden olabilecek muhtemel parametreler keşfedilmeye çalışılmıştır. Bu araştırma sırasında edinilen bilgi ve deneyim ile kök-nedenlerin neler olabileceği hakkında fikirler yürütülebilir, tezler ortaya atılabilir.

Burada dikkat edilmesi gereken bir husus vardır. Sadece kritik performans çıktısını etkileyeceği düşünülen kök-nedenler belirlenmelidir. Örneğin performans kriteri olarak "ekmek gramajı"nın seçildiği bir durumda "karışmamış un miktarı"nı etkileyen "karıştırma süresi" kök-neden olarak düşünülmemelidir. Kök-nedenle hedef çıktı arasında ilişkinin olması şarttır. Aksi durumda sonucu etkilemeyen kök-nedenin ortadan kaldırılması veya prosesin buna duyarız hale getirilmesi kritik performansı iyileştirmez. Sonuç olarak proje başarız olur.

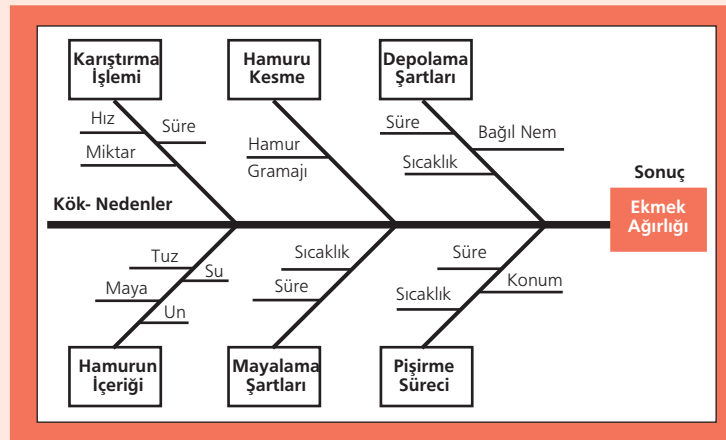
Kök-nedenlerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntem sebep-sonuç (cause and effect) diyagramıdır. Bu yöntem aynı zamanda balık kılçığı diyagramı (fishbone diagram) olarak da bilinir. Bu yöntem aşağıda kısaca açıklanacak ve bir örnek ile gösterilecektir.

#### Sebep-Sonuç (Cause and Effect) Diyagramı:

Problemlerin kök-nedenlerini bulmakta kullanılan bu yöntem pratikte balık-kılçığı diyagramı olarak ta isimlendirilir. Sistematik beyin fırtınası şeklinde çalışan metot da önce problem ifade edilir ve bu balığın baş kısmını oluşturur. Daha sonra probleme yol açabilecek muhtemel sebepler balığın kılçığını oluşturacak şekilde sistematik olarak kılçığa yerleştirilmeye çalışılır.

*Örnek Uygulama:*

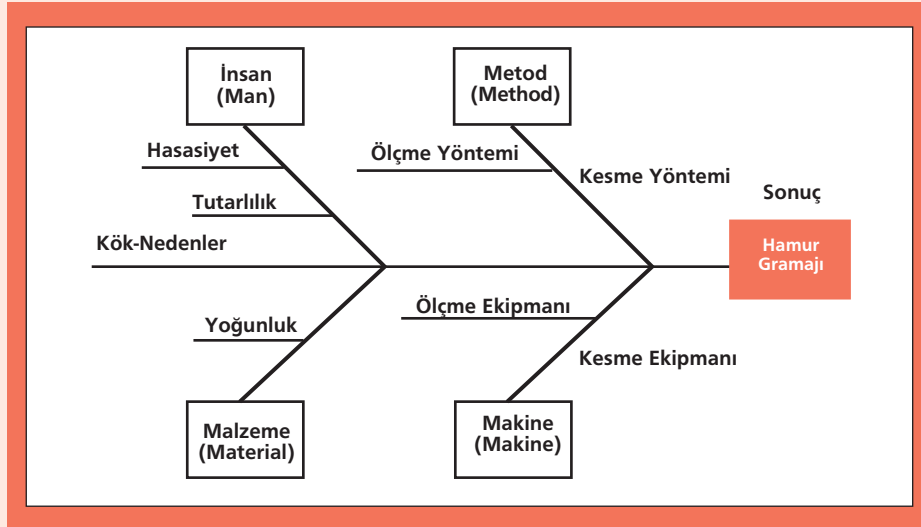
*Ekmek ağırlığını etkileyen muhtemel kök-nedenler Figür 28'de sebep-sonuç diyagramı ile gösterilmektedir. Ağırlığı etkileyen ana sebepler önce kategorilere ayrılmış, sonra her bir kategorinin altında daha somut, kök-nedenler belirlenmiştir.*



Figür 28: Ekmek Ağırlığı İçin Sebep Sonuç Diyagramı

Pratikte problemlerin genellikle insan (man), metot (method), malzeme (material) ve makine (machine) gibi dört temel sebepten kaynaklandığı düşünülür. Bu yaklaşıma dayalı olarak kök-nedenler belirlenirken bu

kategorilerde sorgulanabilir. Ekmek hamurunu kesme ve tartma işlemi ile ilgili örnek bir sebep-sonuç diyagramı Figür 29'de gösterilmektedir.



Figür 29: Ekmek Hamuru Kesme/Tartma İçin Sebep Sonuç Diyagramı

### 12.3.3 Kök-Nedenleri Doğrulamak

Analiz aşamasında ilk olarak kök-nedenleri bulmak amacı ile veriler toplanmış ve verilerin davranışlarına dayalı olarak ilk keşifler yapılmıştır. Bir sonraki adımda sistematik bir şekilde muhtemel kök-nedenler belirlenmiştir. Bu adımda ise kök-neden olduğu düşünülmüş parametrelerin gerçekten sonucu etkileyip etkilemediği verilerle doğrulanmaya çalışılacaktır.

Doğrulama (verification) çalışması öncelikle kök-neden olduğu düşünülen değişkenlerin gerçekten sonucu etkileyip etkilemediği mantiken düşünülür. Eğer mantıksız gelen bir ilişki ise değerlendirilmeye alınmaz. Mantıklı

olan ilişkilerin doğrulanmasında kullanılan sistematik yaklaşımdan ilki istatistiksel doğrulama, ikincisi ise deneysel (pilot testler ile) doğrulamadır. Bu yöntemler aşağıda açıklanmaktadır.

**İstatistiksel Doğrulama:** Proses çıktıları (Y'ler) ile proses parametreleri (X'ler) arasında bir ilişkinin (korelasyonun) olup olmadığını veriler kullanarak göstermeye çalışan bir yöntemdir. Bu yöntemde ilişkisi olduğu düşünülen iki parametreye ait eş-zamanlı toplanmış veriler x-y grafiğinde gösterilir. Bu grafikte x-ekseni bir parametre değerini, y-ekseni de diğer parametre değerini temsil eder. Yeteri kadar verinin x-y grafiğinde işaretlenmesinden sonra

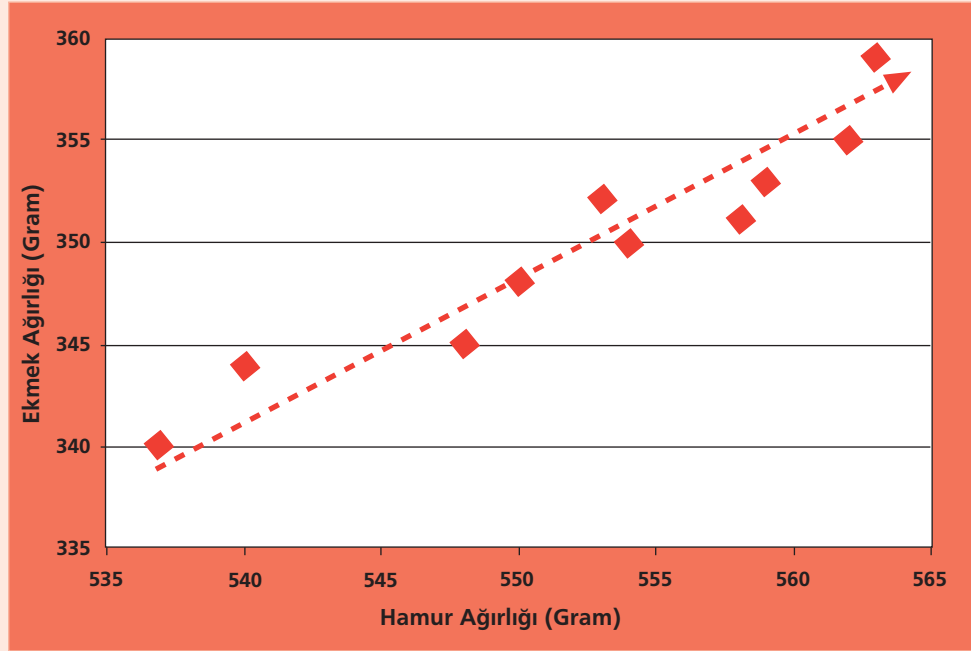
parametreler arası bir korelasyon (rast gele olmayan bir dizilim) görülür ise, arada bir ilişkinin olduğu sonucuna varılır. Bu aynı zamanda sonucu etkilediği varsayılan kök-nedenin doğrulanması olmuş olur.

Grafikte parametreler arasında soldan sağa doğru artan bir korelasyon varsa pozitif korelasyon aşağı doğru azan bir korelasyon var ise negatif korelasyon olarak adlandırılır.

Örnek Uygulama:

Figür 28'de gösterilen sebep-sonuç grafiğinde "hamur gramajı" "ekmek ağırlığı"nı etkileyen bir parametre olarak düşünülmüştür. Diğer

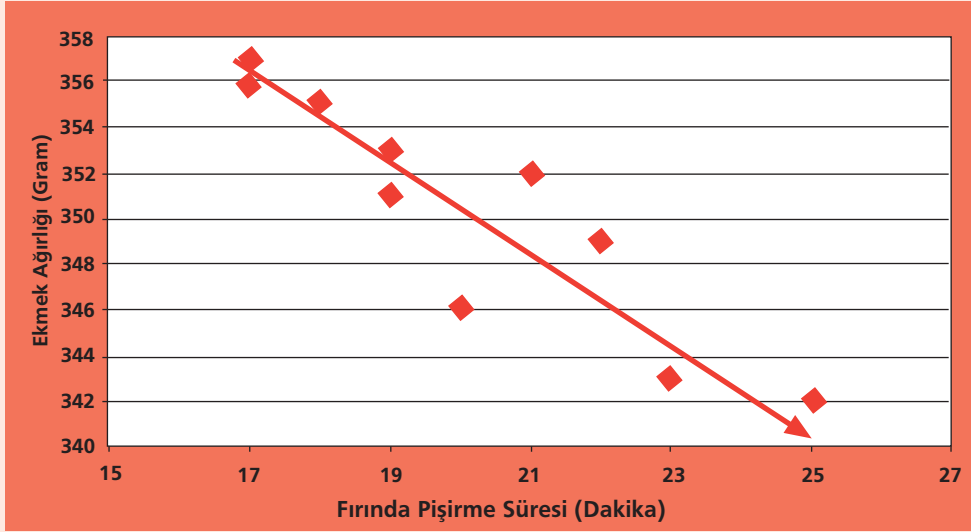
bir deyişle ekmek ağırlığındaki değişimin kök-nedenlerinden biri hamur gramajındaki değişimdir. Bu tezin doğruluğunu kontrol etmek için hamur ağırlığı ve bu ölçümlere karşılık gelen ekmek ağırlığı Figür 30'da gösterilmiştir. Görüldüğü üzere hamurun ağırlığındaki artış direkt olarak ekmek ağırlığına da yansımıştır. Bu iki parametre arasında belirgin bir pozitif korelasyon vardır. Bu durumda "hamur gramajı"nın bir kök-neden olduğu doğrulanmış olur.



Figür 30: Pozitif Korelasyon

Figür 28'de "ekmek ağırlığı"nı etkileyen diğer bir kök-neden ekmeğin fırında "pişirme süresi" olarak gösterilmiştir. Gerçekten bunun bir kök-neden olduğunu anlamak için yukarıdaki grafiğe benzer şekilde pişirme süreleri ile bunlara karşılık ekmeğin ağırlığı verileri

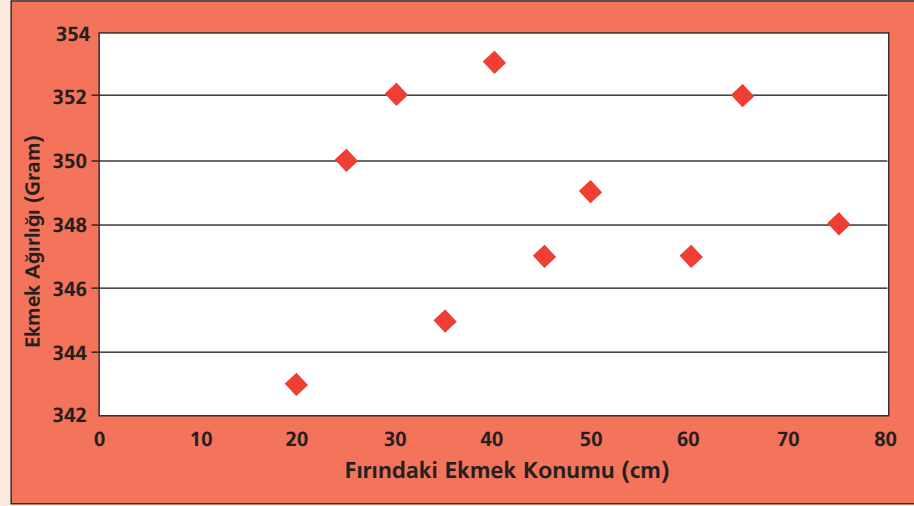
grafikte gösterilebilir. Figür 31 bu iki değişken arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Grafikte görüleceği gibi ekmeğin fırında kalma süresi arttıkça buna bağlı olarak ekmeğin gramajı da azalmaktadır. Bu grafik iki parametre arasında negatif bir korelasyonun olduğunu doğrulamıştır.



**Figür 31: Negatif Korelasyon**

Sebeup-sonuç diyagramlarında proses performansına etki edeceği düşünülmüş ve listelenmiş her kök-nedenin gerçekten etkin olmadığı veya önemsenmeyecek kadar az etki ettiği de bu aşamada ortaya çıkabilir. Örneğin Figür 28'de "fırındaki pişirme konumu" kök-neden olarak belirtilmiş ve "ekmeğin ağırlığı"na

etki ettiği düşünülmüştür. Bu iki parametre verileri Figür 32'de gösterildiği gibi ilişkilendirildiğinde belirgin bir korelasyonun olmadığı ortaya çıkar. Bu analize dayalı olarak "fırındaki hamur konumu"nun ekmeğin ağırlığını etkilemede önemli bir kök-neden olmadığı sonucuna varılır.



Figür 32: Arasında Korelasyon Görülmeyen İki Parametre

**DeneySEL Doğrulama:** İstatistiksel doğrulama için veriler mevcut değil ise veya ekonomik olmayan, zorlu bir çalışma gerektiriyorsa kök-nedenler doğrudan pilot testler ile doğrulanmaya çalışılır. Burada verilerin ve doğrulama çalışmasının güvenilir olması için testlerin itina ve dikkatlice yapılması gereklidir. Deney setinde yapılan değişiklik ve denemelerde sonuca (Y'ye) sadece gözlem altında tutulan parametrenin (X'in) etki ettiğinden emin olunmalıdır. Bu çalışma sonucunda kök-nedenin sonuca etki ettiği pilot test ile gösterilmiş olursa kök-neden doğrulanmış, ilişki ispat edilmiş olunur.

Gerek istatistiksel yöntemler gerekse de pilot testler kullanılarak kök-neden olduğu öne sürülmüş parametrelerin proses sonucunu etkilediği doğrulanmalıdır (ispat edilmelidir).

**Örnek Uygulama:**

*Bu çalışmalar "Ekmek Hamuru Hazırlama ve Pişirme" süreci için yapılmış ve tablodaki sonuçlar elde edilmiştir. Tabloda proses parametreleri (X'ler) ile proses çıktısı (Y) arasında korelasyonun olup olmadığı, türü, sonucu etkileme derecesi (varyans cinsinden) özetlenmektedir.*

Tablo 7: Proses Parametreleri İle Proses Çıktısı Arasında Korelasyonlar

Kök-Nedenler (X'ler)	Korelasyon (Var/Yok)	Korelasyon Türü (Pozitif/Negatif)	Çıktı (Y)'daki Değişim( $\sigma$ )
Hamur Ağırlığı	Var	Pozitif	5,62
Hamurdaki Su Miktarı	Var	Pozitif	5,40
Fırında Pişirme Süresi	Var	Negatif	5,30
Hamurdaki Un Miktarı	Var	Pozitif	4,65
Fırında Pişirme Sıcaklığı	Var	Negatif	4,13
Hamur Mayalanma Süresi	Var	Negatif	3,46
Hamur Dinlendirme Süresi	Var	Negatif	2,83
Ekmek Depolama Süresi	Var	Negatif	2,21
Fırında Pişirme Konumu	Yok	.....	.....
Hamur Karıştırma Süresi	Yok	.....	.....
Hamurdaki Maya Miktarı	Yok	.....	.....
Hamur Şekillendirme Süresi	Yok	.....	.....
Depo Nem Oranı	Yok	.....	.....
Hamurdaki Tuz Miktarı	Yok	.....	.....

Bu aşamadan sonra kök-neden olduğu ispat edilmiş parametrelerin proses sonucunu olumsuz yönde etkilemesini azaltmak için

iyileştirmeler yapılmalıdır. Bu bölüm bir sonraki adım olan İyileştirme Aşamasında ele alınacaktır.

## 12.4 İyileştirme Aşaması

İyileştirme Aşamasının amacı problemlerin kök-nedenlerini ortadan kaldıracak, problemlerin tekrar oluşmasını engelleyecek, proses varyansını düşürecek çözümler geliştirmek ve uygulamaya koymaktır.

Bu aşamaya kadar yapılan Tanımlama, Ölçme ve Analiz çalışmaları sonucu müşteri memnuniyetini etkileyecek problemlerin ve varyansın kök-sebepleri hâlihazırda belirlenmiştir. Bu çalışmalarda genellikle yapılan yanlışlıklardan biri çalışmaları bu aşamada bırakmak ve sonuçlandırmamaktır.

Bir önceki aşamada problemlerin ve varyansın kök-sebeplerini bulmak için kullanılan metotlar ve yetkinlikler bu aşamada yerini inovatif çözüm üretme ile ilgili teknik yetkinliğine bırakır.

Analiz Aşamasında yapılan çalışmalar sırasında bazı çözüm önerileri kendiliğinden ortaya çıkabilir. 6-Sigma sürecinin uzunluğu ve gerçek iş süreçlerindeki yoğunluk ve psikolojik baskı nedeni ile 6-Sigma takımında hemen sonuca gitmek ve azda olsa somut bir çıktı elde etmek eğilimi görülebilir. Burada asıl yapılması gereken biraz daha çaba sarf ederek daha kalıcı iyileştirmeler yapmak ve potansiyel fırsatları ortaya çıkarıp uygulamak olacaktır.

6-Sigma takımı detaylı analiz çalışmalarından sonra kolayca pratiğe aktarılacak çözümler üzerinde çalışmalıdır. İlk üretilen fikri değil en avantajlı fikri bulup uygulamalıdır. Aynı zamanda bunu kurumsallaştırmak için bu aşamadaki çalışmaları da bir plan ve rehber eşliğinde yapmalıdır. Seçilecek çözümlerin beklentilere cevap vermesi için bazı özellikler taşıması gerekmektedir. Bu özellikler kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Seçilen çözüm, problemlerin kök-nedenlerini önlemeli ve proses çıktısına pozitif yönde etki etmelidir.

- Takım birden fazla alternatif çözüm üretmiş olabilir. Bunlar arasından en etkin olan çözüm seçilmelidir.

- Seçilen çözümler projeye sağlayacağı faydadan daha pahalı olmamalıdır.

- Seçilen çözümler önce test edilmeli ve sağlayacağı katkı ispat edildikten sonra uygulamaya konmalıdır.

İyileştirme çalışmalarında aşağıdaki adımlar izlenebilir:

- Alternatif Fikirler/Çözümler Geliştirme
- Alternatifler Çözümleri Değerlendirme /Seçme
- Pilot Testlerin Yapılması
- Gerçek Ölçekte Uygulama

Aşağıda sırası ile bu adımlar ele alınacaktır.

### 12.4.1 Alternatif Çözümlerin Geliştirilmesi

Problemlere alternatif çözümler geliştirirken sistematik metotlardan istifade etmek, daha az çaba ve kaynak ile daha fazla ve etkin sonuçlar almamızı sağlayabilir. Tercih edilecek metotlar problemlerin karmaşıklığına, konu hakkındaki bilgi ve deneyime göre değişebilir. Her bir metodun kendine has güçlü yönleri ve buna bağlı olarak tercih edilme sebepleri vardır. Uygulamada en çok kullanılan metotlar 2 genel grupta toplanabilir. Bunlar sırası ile aşağıda kısaca özetlenecektir.

**Geleneksel Yöntemler:** Bu yöntemler hâlihazırda birçok kişi tarafından bilinen ve uygulanan en genel yaklaşımları içerir. Bunlar sırası ile 1) literatür taraması, 2) ver olan teknik sistemlerden faydalanma, 3) doğal sistemlerden faydalanma, 4) analogiler yapma, ve 5) benzer sistemleri ölçme olarak özetlenebilir.

**Sezgisel yöntemler:** Bu yöntemlerde, insan beyni değişik şekillerde tetiklenerek inovatif çözümler üretilmeye çalışılır. Bu kategoride en

yaygın kullanılan metotlar sırası ile 1) beyin fırtınası, 2) 635 metodu, 3) galeri metodu ve 4) Delphi yöntemidir.

**Örnek Uygulama:**

*Ekmek ağırlığındaki değişim ile ilgili sebep-sonuç diyagramı Figür 28'de, hamur ağırlığındaki değişim ile ilgili sebep-sonuç diyagramı da Figür 29'da gösterilmiştir.*

*Bunlara ek olarak, hamur ağırlığı ile ekmek ağırlığı arasında pozitif korelasyon Figür 30'da sunulan verilerle ispat edilmiştir. Diğer bir deyişle, hamur ağırlığındaki ( $X_{ha}$ ) varyansın azalması ekmek ağırlığındaki ( $Y_{sa}$ ) varyansın azalmasına sebep olacaktır.*

*Bu nedenden dolayı, iyileştirme konusu olarak hamur ağırlığındaki ( $X_{ha}$ ) varyansın azaltılması ele alınacaktır.*

*Figür 29'da bu değişikliğe neden olan bazı parametreler öne sürülmüştü. Burada ele alınan dört ana kategoriden sadece personelden (insandan) ve ekipmandan (makineden) kaynaklanan değişkenliğin sonuca etkisinin dikkate almağa değer olduğu bir başka korelasyon çalışması ile doğrulanmıştır. Bu durumda personel ve ekipmandan kaynaklanan değişkenliği azaltacak çözümlerin geliştirilmesi gerekmektedir.*

*Personelden kaynaklanan değişkenlik: Yapılan incelemeler bunun kök-nedeninin personelin göstermiş olduğu düşük-hassasiyet ve tutarsızlık olduğunu ortaya çıkarmıştır. Personel "kesme/tartma" işlemi sırasında değişkenlik göstermektedir.*

*Bu aşamada yukarıda da bahsedilen metotlardan (örneğin beyin fırtınası yönteminden) istifade edilerek alternatif çözümler üretilmiştir. Alternatif çözümlerden en önemli iki tanesi son değerlendirmeye tabi*

*tutulmak üzere bir sonraki "değerlendirme/seçme" aşamasına taşınacaktır.*

*Çözüm önerisi: Yapılan çalışmalar sonucunda iki alternatif ortaya çıkmıştır. İlk öneri, kalifiye personelin istihdam edilmesidir. İkincisi ise, mevcut personelin gerekli eğitimlerden geçirilmesidir.*

*Ekipmandan kaynaklanan değişkenlik: Yukarıda belirtilen yöntemler kullanılarak ölçme ve kesme sürecinde kullanılan ekipman (makine) ile ilgili çözümler üzerinde de çalışılmıştır.*

*Çözüm önerisi: Bu çalışmalarda öneriler daha çok mevcut ekipmanın yenilenmesi yönünde olmuştur. Pazarda mevcut ve benzer proseslerde kullanılan ekipmanlar belirlenmiş "değerlendirme/seçme" çalışması için bir sonraki adıma taşınmıştır.*

#### **12.4.2 Alternatif Çözümlerin Değerlendirilmesi**

Bir önceki aşamada geliştirilen alternatif çözümler değerlendirmeye alınarak en iyi alternatifin seçilmesi gerekmektedir. Daha sonra da seçilen alternatifin pilot testleri ile uygulanması gerekmektedir.

Kullanılacak metot, değerlendirmede arzu edilen hassasiyete göre seçilebilir. Burada, proje beklenti kriterlerine göre değerlendirme yapan karar matrisleri kullanılabilir.

Karşılaştırmanın yapılabilmesi için öncelikli olarak, müşteri beklentileri göz önünde bulundurularak değerlendirme kriterleri geliştirilmelidir. Daha sonraki aşamada puanlama skalasının belirlenmesi gerekmektedir.

Değerlendirme kriterlerine bazı örnekler aşağıdaki gibi olabilir: Uygulama maliyeti, beklentileri karşılama derecesi, uygulamaya alma süresi, karmaşıklık derecesi, gerektirdiği yetkinlik.

Kriterler ve alternatif çözümler matrise yerleştirildikten sonra karşılaştırma ve değerlendirmeler yapılır ve kazanan çözüm konsepti belirlenir.

*Örnek Uygulama:*

*Alternatif çözüm geliştirme adımında personel ile alakalı iki çözüm geliştirilmişti. Bir tanesi kalifiye personelin istihdam edilmesi, diğeri ise mevcut personelin eğitimden geçirilmesi idi. Değerlendirilmenin yapılabilmesi için önce kriterler geliştirilmelidir. Daha sonra iki alternatif bu kriterlere göre değerlendirilmeli*

*veya kıyaslanmalıdır. Tablo 8 bu çalışma için geliştirilen örnek kriterleri ve değerlendirme puanlarını göstermektedir. Buradaki değerlendirmede 1-5 puan skalası kullanılmıştır. Yapılan değerlendirme mevcut personelin eğitimden geçirilmesi daha uygun gözüm olarak seçmektedir.*

**Tablo 8: Personel İle İlgili Alternatif Çözümlerin Değerlendirilmesi**

	Alternatif Çözümler	
	Kalifiye Personal İstihdamı	Mevcut Personelin Eğitimi
	Puan (1-5)	Puan (1-5)
Öğrenme Süresi	4	3
Uygulama/Adaptasyon	3	3
Verimlilik/Etkinlik	5	3
Maliyetler	2	4
Motivasyon	2	5
<b>Toplam Puan</b>	<b>16</b>	<b>18</b>

*Yukarıdaki çalışmaya benzer bir şekilde ekipmanın seçimi de yapılabilir. Bunun için gene beklentileri yansıtan değerlendirme kriterleri geliştirilmeli, daha sonra alternatif ekipmanlar bu kriterlere göre puanlanmalıdır. Tablo 9 bu çalışmayı özetlemektedir. Buradaki değerlendirme tablosunda da görüleceği üzere, kriterlere ağırlık puanları eklenmiş ve 1-10 puan skalası kullanılmıştır. Değerlendirmeye alınan dört alternatif*

*çözümünden "Moline" en yüksek puanı alarak iyileştirme çözümü olarak seçilmiştir.*

**Tablo 9: Ekipman ile ilgili Alternatif Çözümlerin Değerlendirilmesi(1-10)**

	Önem Ağırlığı	Alternatif Ekipman Çözümleri			
		LB	Moline	Bongard	Doyon
		Puan (1-10)	Puan (1-10)	Puan (1-10)	Puan (1-10)
Kapasite	25	8	8	9	8
Fonksiyonellik	15	6	8	8	8
Kullanım Kolaylığı	15	9	9	7	6
İlk Maliyet	20	8	8	7	6
İşletme Maliyeti	10	7	9	6	8
Servis/Bakım Maliyeti	15	5	8	4	4
<b>Toplam Puan</b>	<b>100</b>	<b>7,3</b>	<b>8,25</b>	<b>7,1</b>	<b>6,7</b>

#### 12.4.3 Pilot Testlerin Yapılması

Seçilen çözümün pilot uygulama ile denenmesi ve beklentilere cevap verdiği konfirme edilmelidir. Bu aşamada yapılacak çalışmalar planlama, pilot testler ve son olarak problem önleme çalışmaları olarak özetlenebilir.

**Planlama:** Yaygın olarak Gann Chart ile yapılabilir. Bitirilecek iş paketleri başlama zamanına ve süresine göre tabloda gösterilir. Planlamanın bir parçası olarak yapılan işlerin başarılı olduğunu gösterecek ölçülebilir performans metriklerinde belirlenmesi gerekmektedir.

**Pilot Testler:** Önerilen çözümlerin gerçek sistem üzerinde uygulamadan önce pilot testler ile denenmesi daha uygun bir adımdır. Çünkü geliştirme ve planlama aşamasında gözden kaçan veya düşünülmeyen bazı problemler pilot testler sırasında ortaya çıkar ve çok geç olmadan bunlara karşı tedbir alınma şansı olur. Pilot testler mümkün oldukça kaynaklar verimli ve etkin kullanılarak sonuç-odaklı bir şekilde yapılmalıdır. Testler sırasında gerçek çalışma şartları oluşturulmaya ve güvenilir veriler toplamaya çalışılmalıdır. Pilot testlerin yapılmasının

diğer bir amacı da prosesin çalışması ve karakteristiği hakkında daha detaylı bilgi edinmektir. Bu testler sırasında edinilen bilgiler, tecrübeler kayıt edilmeli ve daha sonra gerek tasarım gerekse iyileştirme çalışmalarında faydalanmak üzere muhafaza edilmelidir.

**Problem Önleme:** Gerek planlama ve gerekse pilot testler sırasında, prosesin performansına etki edeceği düşünülen parametreler ve kök-nedenlerin bazıları hâlihazırda ortaya çıkmış olabilir. Bu aşamada ayrıca ek bir çalışma yaparak, prosesin gerek performans kaybına gerekse de bozulmasına sebep olacak nedenler belirlenebilir. Bu sebepler belirlendikten sonra bu şartların normal işletim sürecinde oluşmaması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Tedbirleri almak için ön bir yatırıp yapmak veya kaynak ayırmak maliyetli gibi görünse de problem oluştuğundan sonra problemi gidermek daha da masraflı olmaktadır.

#### 12.4.4 Gerçek Ölçekte Uygulama

Sadece pilot testler ile yetinip ve gerçek proses üzerinde denemeler yapmamak büyük hatalara ve kayıplara sebep olabilir. Bu riski ortadan kaldırmak için, yukarıda ki bölümlerde bahsedilen iyileştirme önerilerinin gerçek ölçekteki proses üzerinde de denenmesi, çalışma performansının test edilmesi gerekmektedir.

Gerçek ölçekte yapılan testlerin muhtemelen pilot ölçekte ortaya çıkmayan bazı problemleri de ortaya çıkarma şansı vardır. Böyle bir durumda tedbirler geç olmadan alınmış ve daha yüksek bir güven ile gerçek sistemde uygulanmaya geçilmiş olunur.

Gerçek çalışma şartları altında testlerden geçen, problem çıkarmayan ve beklenen performansı tutturana prosesler iyileştirme aşamasında hedeflenen başarıyı yakalamış olacaktır. Bu aşamadan sonra yapılması gereken iyileştirilmiş ve hedeflenen performansı yakalamış prosesin bu düzeyde kalmasını sağlamaktır. Buda iyi planlanmış ve geliştirilmiş bir kontrol planı ve prosedürü ile olabilir. Bu aşağıda "Kontrol Aşaması" bölümünde ele alınacaktır.

#### 12.4.5 İyileştirilmiş Proses Performansı

Yukarıda açıklanan iyileştirme çalışmaları, proses çıktısını (Y) etkileyen her kök-neden (X'ler) için yapılmalıdır. Öncelikle, "X" olarak bilinen proses girdi ve proses içi parametrelerdeki değişkenliği (varyansı) azaltacak çözüm alternatifleri üretilmeli, daha sonra aralarından en iyi çözüm seçilmelidir.

Bu çalışmaların sonunda, tüm kritik proses girdilerindeki varyans azalmış, aralarında ki korelasyondan dolayı da proses çıktısındaki varyans azalmış olacaktır. Proses çıktısındaki varyansın azalması ise tolerans sınırları dışına çıkan hatalı ürün oranını azaltarak prosesin

Sigma kalite seviyesini arttırmış olacaktır. Bu aşamada ulaşılan proses performansı gerçek verilerle belirlenebilir.

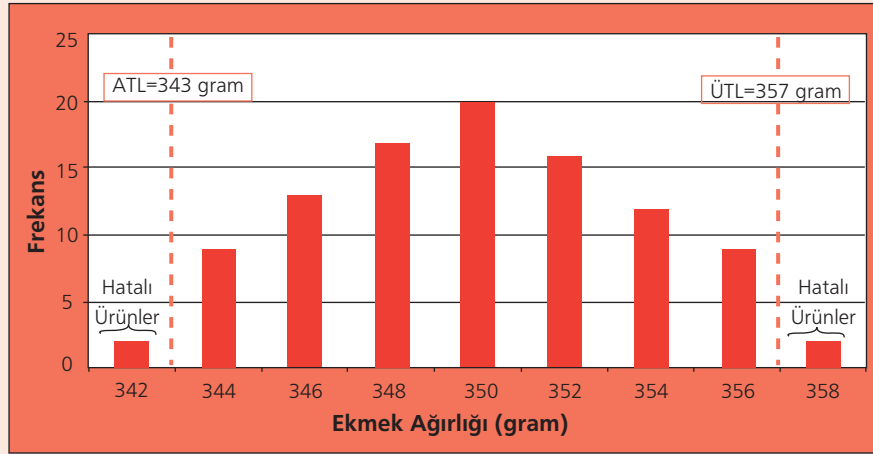
*Örnek Uygulama:*

*Proje kapsamında yapılan iyileştirme çalışmaları sonucunda prosesten veriler toplanmış ve sonuçlar Tablo 10'da özetlenmiştir. Tabloda görüleceği üzere proses performansı iyileştirme öncesi ve iyileştirme sonrası olarak Sigma ve varyans cinsinden sunulmuştur.*

İyileştirme sonrası proses çıktısının dağılımı da Figür 33'de verilmektedir. Görüleceği üzere alt ve üst tolerans sınırları dışında kalan (hatalı) ürün sayısında belirgin bir azalma vardır.

Tablo 10: İyileştirilmiş Proses Verileri

Parametreler	Birim	Ortalama	İyileştirme Öncesi		İyileştirme Sonrası	
			$\sigma$	V	$\sigma$	V
<b>Kritik X'ler</b>						
Hamur Ağırlığı	Gram	555	3,71	13,76	2,23	4,97
Hamurdaki Su Miktarı	Gram	95	2,46	6,05	1,40	1,96
Fırında Pişirme Süresi	Dakika	20	1,80	3,24	1,07	1,14
Hamurdaki Un Miktarı	Gram	60	2,04	4,16	1,21	1,46
Piştirme Sıcaklığı	Derece	220	17,80	316,84	9,70	94,09
Hamur Mayalanma Süresi	Dakika	30	1,85	3,42	1,15	1,32
Hamur Dinlendirme Süresi	Dakika	15	2,04	4,16	1,24	1,54
Ekmek Depolama Süresi	Saat	6	2,06	4,24	1,18	1,39
<b>Proses Çıktısı Y</b>						
Ekmek	Gram	350	5,93	35,14	3,81	14,50



Figür 33: İyileştirilmiş Proses Çıktısı

### Sigma Kalite Seviyesindeki İyileşme:

*Prosesten alınan ürünlerdeki hata oranına bakıldığında bu seviyenin yaklaşık olarak %4 civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu oranın (Figür 22'de sunulan grafik yardımı ile) yaklaşık 3,25σ seviyesine denk düştüğü görülmektedir. Dolayısı ile 6-Sigma çalışması, prosesi 2,2σ seviyesindeki kaliteden 3,25σ seviyesindeki kaliteye kadar iyileştirmiş olmaktadır.*

### Projenin Finansal Kazanımları:

*Kalitede yapılan iyileştirme sonucunda müşteri memnuniyeti artmış, buda satışlara yansımıştır. Günlük 20000 âdet olan satışlar, %25'lik kayıptan sonra 15000 âdete düşmüştü. İyileştirmeden sonra %25'lik müşteri kaybı geri kazanılmış, buna ek olarak müşteri sayısında eski satışlara göre %10'luk artış olmuştur.*

*Kısaca bu, toplam satışların günlük 22000 âdete, toplam iyileşme oranının da mevcut duruma göre %46'ya ulaşması demektir. Bunun sonucu olarak, şirket yıllık kârını 357,700 TL arttırmış olmaktadır.*

*Proje Tanımlama Belgesine bakıldığında hedefin, %40'lık iyileşme ve yıllık 300,000 TL'lik kâr artışı olduğu görülür. Buda 6-Sigma çalışmasının hedeflerine ulaştığını göstermektedir.*

## **12.5 Kontrol Aşaması**

Kurumlarda yapılan iyileştirme çalışmalarının sonunda küçükte olsa ilerlemeler kaydedilir. Fakat burada en önemli tehlike çalışanların veya süreçlerin kısa bir süre sonra eski alışkanlıklarına geri dönme ihtimalidir. Bu durumda yapılan iyileştirmeler uzun-vadede katma değere, sürekli iyileşmeye ve ilerlemeye dönmemektedir. Bu ihtimali ortadan kaldırmak, yapılan iyileşmelerin korunmasını sağlamak için proses kontrol planının ve sistematığının geliştirilmesi ve proses performansının belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekmektedir.

Proses kontrolü müşteri beklentileri açısından kritik olan parametrelerin ve bunların değişimine sebep olacak kök-nedenlerinin monitör edilmesi ile olmaktadır. Bir proseste kalite kontrolü %100 kontrol olabileceği gibi istatistiksel proses kontrolü ile de olabilir. %100 kontrol üretim sürecinden geçen tüm ürün veya hizmetlerin kalite kontrolünden geçmesi anlamına gelir. Fazla kaynağa ihtiyaç duyması ve bazı testlerin tahribatlı olması dolayısı ile tercih edilmeyen bir yöntemdir. Ancak çok stratejik ve kalitesizliğin ciddi problem doğuracağı süreçlerde tercih edilen bir yöntemdir.

Genelde uygulanan ve tavsiye edilen istatistiksel proses kontrol (IPK) yöntemidir. Bu yöntem büyük kitleden (popülasyondan) belirli aralıklarda alınan örnek setlerindeki gözlemlerin değerlendirilmesi ile prosesin kontrolünün sağlanmasından oluşur. %100 kalite yönetime göre daha az maliyetli, buna karşılık biraz belirsizlik içerir.

IPK yöntemi ile kalite kontrol yapılabilmesi için öncelikle kalite kriterinin belirlenmesi gereklidir. Daha sonra her bir kalite kriteri için kontrol limitleri, örnek set büyüklüğü ve son olarak örnekleme sıklığı (frekansı) belirlenmelidir. Bu aşamalar sırası ile aşağıda açıklanacaktır.

### **12.5.1 Performans Kriterlerinin Belirlenmesi**

Müşteri açısından en önemli performans (veya kalite) kriteri proses çıktısıdır. Buda "Y" parametresi ile ifade edilen proses çıktısıdır (örneğin ekmek gramajı).

Ayrıca Analiz Aşamasında, proses çıktısını etkilediği tespit edilen proses girdi ve proses içi parametrelerinde kritik performans parametreleri olarak kabul edilmesi ve monitör edilmesi gerekmektedir. Bu parametreler önceki bölümlerde "X" ler olarak ifade edilmişti.

Kalite kontrolü yapılacak parametreler iki genel kategoriye ayrılır. Eğer bir kalite kriteri süreklilik arz eden bir değişkene sahipse ve ölçümü sayısal olarak ifade edilebiliyorsa buna "nicel değişken" denir. Ağırlık, uzunluk, sıcaklık gibi değişkenler bu tür parametrelere örnek gösterilebilir.

Eğer bir kalite parametresi ölçülebilir bir değişken olmaz ve "hatalı-hatasız" veya "kaliteli-kalitesiz" şeklinde değerlendirilirse bu tür parametrelere de "nitel değişken" denir.

Monitör edilecek parametrenin nicel veya nitel olmasına göre kullanılacak kontrol çizelgeleri değişiklik gösterir. Nicel değişkenler için "X" ve "R" çizelgeleri, nitel değişkenler için ise "p", "np", "c" ve "u" çizelgeleri kullanılır (daha detaylı bilgi için İPK kaynaklarından istifade edilebilir).

### 12.5.2 Kontrol Limitlerinin Hesaplanması

Proses performansı kontrol edilirken takip edilen değerlerin istenilen sınırlar içinde olup olmadığını anlamak için "alt ve üst kontrol limitlerinin bilinmesi gerekir. Kontrol limitleri prosesten alınan örnek setin içindeki gözlem sayısına göre hesaplanır. Kontrol çizelgesi ilk defa geliştiriliyor

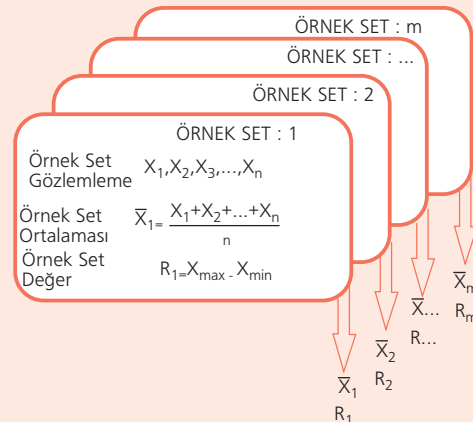
ise kontrol limitleri performansın iyi olduğu bir zamanda prosesten alınan verilerle hesaplanmalıdır. Bu aşamada yapılan çalışmalara "deneme kontrol limitleri" denir ve aşağıdaki iş adımları eşliğinde geliştirilir.

### Deneme Kontrol Limitlerinin Geliştirilmesi

İPK sırasında kullanılacak kontrol limitleri proses çıktısının (örneğin ekmek gramajının) müşteri beklentilerini karşıladığı ve ayrıca prosesinde stabil olduğu bir zamanda toplanan veriler yardımı ile hesaplanabilir. Limitlerin hesaplanması sırasında kullanılacak parametreler aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

Burada ekmek gramajı gibi nicel bir değişkene sahip kalite parametreleri için kontrol çizelgesi geliştirilmesi ele alınacaktır. Nicel değişkenlerde örnek setteki gözlem sayısı (n) 3 ile 7 arası bir büyüklüğe sahip olabilir. Deneme limitleri geliştirilirken de 20 ile 30 arasında örnek set (m) alınabilir (Figür 34).

Daha sonra örnek setlerdeki gözlem değerleri kullanılarak sırası ile örnek set ortalaması ( $\bar{X}_{1-n}$ ) ve örnek set değer aralığı ( $R_{1-m}$ ) bulunabilir.



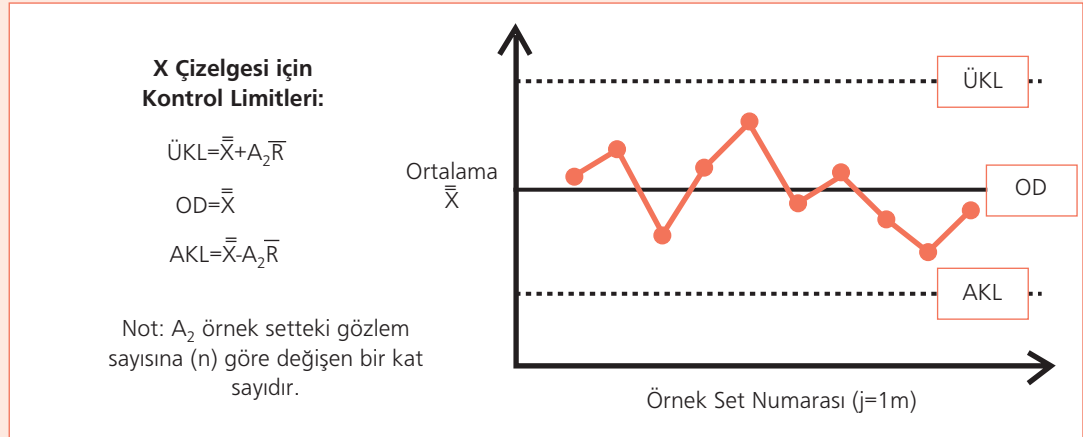
Figür 34: Kontrol Limitleri Geliştirmek İçin Prosesten Alınan Örnek Setler

Elde edilen bu değerlerle ile de tüm gözlemlerin ortalamaları ve tüm setlerin değer aralığı ortalamaları bulunabilir. Bu hesaplamalar da aşağıda gösterilmektedir.

$$\text{Ortalamaların Ortalaması: } \bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

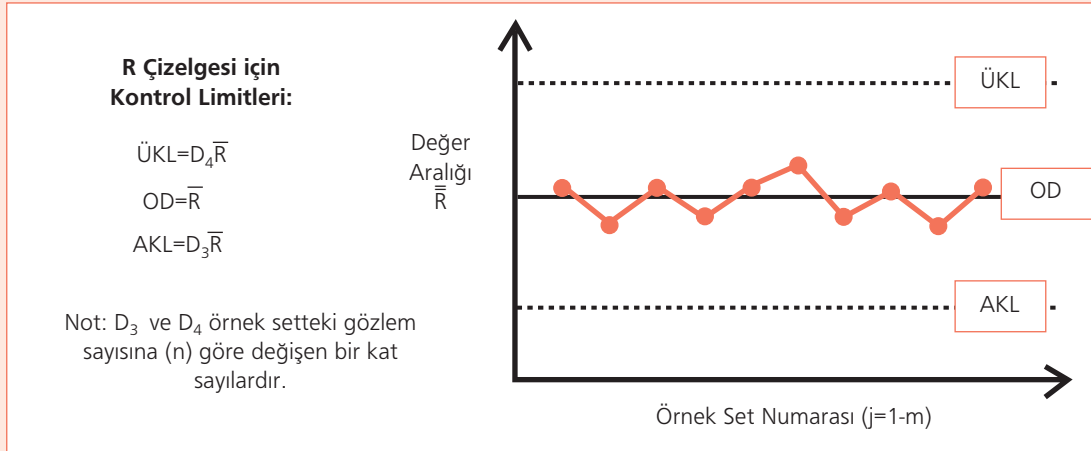
$$\text{Aralık Değerleri Ortalaması: } \bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

Nicel değişkenlerin kalite kontrolleri X ve R kontrol çizelgeleri vasıtası ile olduğu daha önce ifade edilmişti. Burada R çizelgesi değişkenliği (varyansı) kontrol etmek için X çizelgesi ise ortalamanın hedeften sapmasını kontrol etmek için kullanılır. X çizelgesinde kullanılması gereken üst kontrol limiti (ÜKL), alt kontrol limiti (AKL) ve ortalama değerler (OD) Figür 35'de verilen formüller vasıtası ile hesaplanır.



**Figür 35: X Kontrol Çizelgesi**

X çizelgesine benzer bir şekilde R çizelgesi de kullanılacak üst kontrol limiti (ÜKL), alt kontrol limiti (AKL) ve ortalama değer (OD) Figür 36'da verilen formüller ile hesaplanabilir.



**Figür 36: R Kontrol Çizelgesi**

### Deneme Kontrol Limitlerinin Doğrulanması

X ve R kontrol çizelgeleri geliştirildikten sonra normal kullanıma koymadan önce doğruluklarının kontrol edilmesi genel bir uygulamadır. Bunun için önce deneme limitlerini geliştirirken kullanılan örnek set verileri tekrar kullanılabilir.

Bu veriler kontrol çizelgelerine konulduğu zaman verilerin kontrol limitleri dışına düşmemesi gerekir. Eğer limit dışında bir veya daha fazla nokta var ise veriler stabil olmayan, kontrol dışı bir zamanda toplanmış demektir. Bu durumda prosesin kontrol altında olduğu düşünüldüğü başka bir zamanda veriler toplanarak tekrar deneme limitleri geliştirilmelidir. Eğer kontrol limitleri dışına düşen bir veri olmaz ise, geliştirilen çizelgelerin doğruluğu kabul edilmiş olunur. Çizelgelerin doğruluğu hakkında daha fazla güven duyulmak istenirse prosesden 15 yeni örnek set daha alınıp kontrol çizelgelerine konulabilir. Normal dışı bir durum gözlenmez ise geliştirilen çizelgeler artık referans olarak

kabul edilir ve istatistiksel proses kontrolü çalışmalarında kullanılmaya başlanır.

### 12.5.3 Kontrol Planının Geliştirilmesi

Prosesin kalite kontrolü yapılırken genel prensip küçük örnek setleri alıp (örneğin  $n=5$ ) örnekleme sıklığını (frekansını) fazla yapmaktır. Zaman içerisinde prosesin kontrol altında kaldığı konusunda güven seviyesi artar ise örnek alma sıklığı da doğal olarak azalabilir.

6-Sigma sürecinin "İyileştirme" adımı sağlanan başarının normal çalışma sürecinde de devam etmesini, performansın en azında bu seviyede kalmasını sağlamak için sürecin burada geliştirilen IPK kontrol çizelgeleri ile devamlı monitör ediliyor olması gerekmektedir. Bu süreçte alınan örnekteki değerler gerek X çizelgesi gerekse de R çizelgesindeki limitlerin dışına çıkması durumunda proses durdurulur, değişimin kök-nedenleri araştırılır, bu nedeni ortadan kaldırmak için çözümler üretilir ve sonunda proses üzerinde gerekli düzenlemeler yapılır.

Bununla birlikte prosesin kontrol dışı olması için sadece verilerin çizelgede bulunan kontrol limitlerinin dışına düşmesi şart değildir. Limitler içinde kaldığı sırada da proseste normal-dışı bir durum gözlenirse proses kontrol dışı olmuş kabul edilir. Bu durumda da hataya sebep olan nedenler ortadan kaldırmaya çalışılarak prosesin normal seyrine dönmesi sağlanır.

Aşağıdaki bölümde örnek uygulama olarak proses çıktısı olan “ekmek gramajı kontrolü” için gerekli kontrol çizelgeleri geliştirilecektir.

*Örnek Uygulama:*

*6-Sigma sürecinin bir önceki adımı olan iyileştirme Aşamasında hatalı proses çıktısını azaltmak için gerekli bazı iyileştirmeler yapılmıştı. Bu aşamada ise elde edilen bu kazanımın her zaman muhafaza edilmesi için gerekli kalite*

*kontrol sistematığının kurulusu ve bu anlamda proses performansının monitör edilmesi gerekmektedir.*

*Bu bölümde uygulama örneği olan ekmek hamuru hazırlama ve pişirme sürecinde ekmek gramajı için kontrol sistematığını geliştirilecektir. Yukarıda açıklandığı üzere prosesin müşteri beklentilerini karşıladığı ve stabil olduğu bir zaman diliminde prosesten 25 örnek seti (m) alınmıştır. Her bir örnek setindeki gözlem sayısı (n) ise 5 âdettir. Örnek setleri ve gözlem değerleri Tablo 11 verilmiştir.*

*Görüleceği üzere tabloda ayrıca örnek seti değer aralığı, örnek seti ortalamaları, tüm değer aralıkları ortalamaları ve son olarak ta tüm gözlem ortalamaları hesaplanmıştır.*

**Tablo 11: Ekmek Gramajı Verileri**

Ekmek Gramajı Gözlem Değerleri						Hesaplamalar	
Örnek No (j)	Gözlemler (n)					R <sub>j</sub>	X <sub>j</sub>
	1	2	3	4	5		
1	353	347	349	350	353	6	350,4
2	354	350	354	347	348	7	350,6
3	351	352	350	356	352	6	352,2
4	351	351	348	345	352	7	349,4
5	344	351	349	351	350	7	349,0
6	351	355	347	347	354	8	350,8
7	352	350	351	355	349	6	351,4
8	351	351	349	350	344	7	349,0
9	351	352	349	353	349	4	350,8
10	347	352	349	347	348	5	348,6
11	348	353	349	350	346	7	349,2

12	351	355	352	351	347	8	351,2
13	350	353	351	354	352	4	352,0
14	349	350	352	347	349	5	349,4
15	352	348	351	348	352	4	350,2
16	349	346	351	350	348	5	348,8
17	356	350	350	353	352	6	348,8
18	354	346	350	349	348	8	349,4
19	350	353	352	351	347	6	350,6
20	346	350	352	349	351	6	349,6
21	354	348	350	350	347	7	349,8
22	353	350	349	349	348	5	349,8
23	349	347	350	345	348	5	347,8
24	351	350	351	353	347	6	350,4
25	354	351	349	349	351	5	350,8
<b>Tüm Değer Aralıkları Ortalaması</b>						<b>6,0</b>	
<b>Tüm Gözlemlerin Ortalaması</b>							<b>350,0</b>

Bu aşamada yukarıda hesaplanan ve tabloda gösterilen değerler kullanılarak  $\bar{X}$  ve  $R$  kontrol çizelgeleri için sırası ile  $\bar{U}KL$ ,  $OD$  ve  $AKL$  hesaplanabilir. Bu hesaplama işlemleri aşağıda gösterilmektedir.

$\bar{X}$  Çizelgesi Kontrol Limitleri:

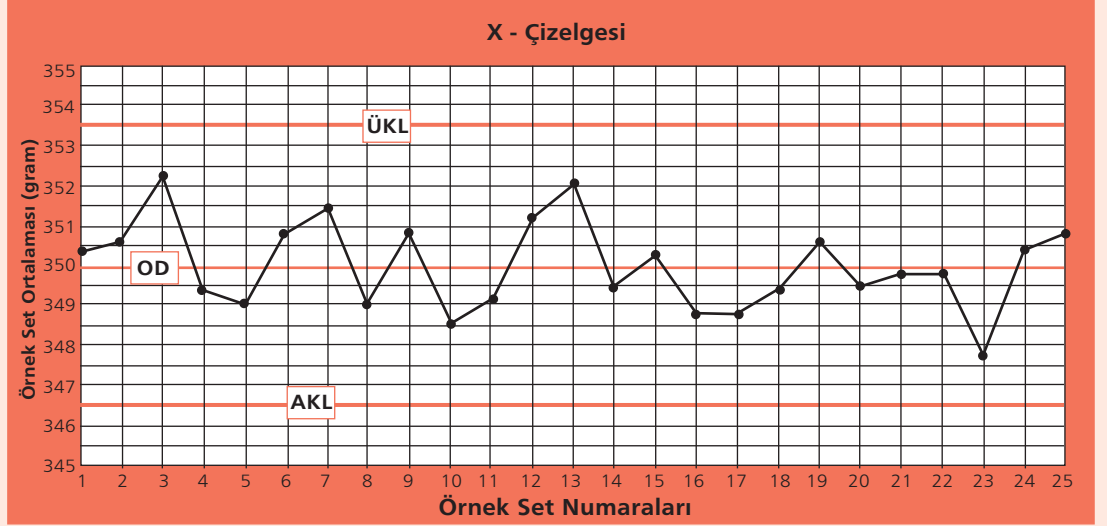
$$\bar{U}KL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 350,0 + 0,577*6,0 = 353,5$$

$$OD = \bar{\bar{X}} = 350,0$$

$$AKL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 350,0 - 0,577*6,0 = 346,5$$

Not:  $A_2$  değeri gözlem sayısı  $n=5$  için  $IPK$  tablolarından elde edilmiştir.

Figür 37'de kontrol limitleri ve kontrol limitlerini hesaplamak için kullanılan 25 örnek set verileri gösterilmektedir. Görüldüğü gibi örnek set verilerinin tümü kontrol limitleri arasında kalmaktadır. Bu toplanan verilerin stabil bir prosesten olduğu anlamına gelmektedir. Bu durumda deneme kontrol limitleri bundan sonraki süreçte de  $\bar{U}KL$  ve  $AKL$  olarak kullanılabilir.



**Figür 37: Ekmek Gramajı İçin X Kontrol Çizelgesi**

Benzer hesaplama ile,

R Çizelgesi Kontrol Limitleri:

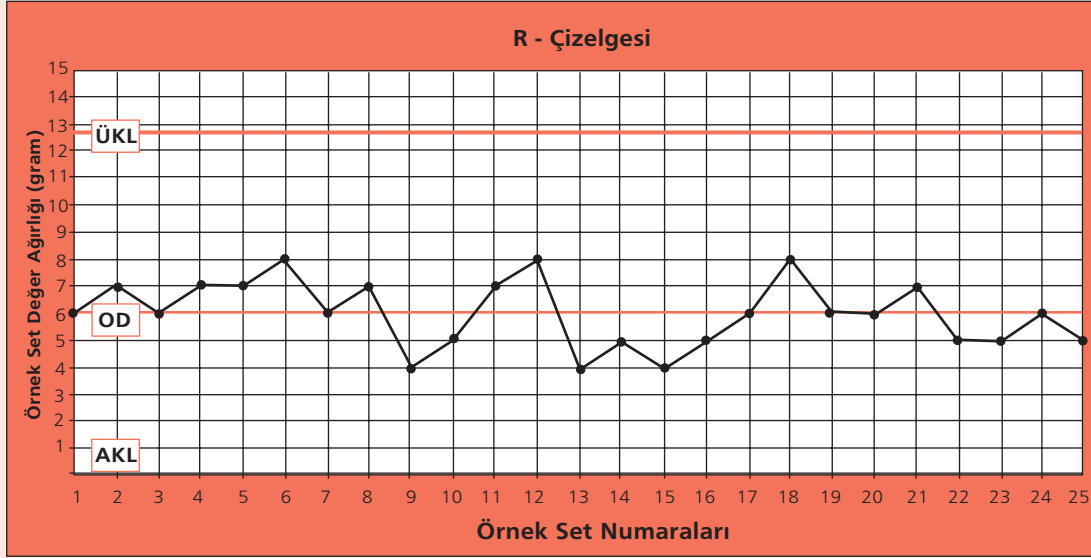
$$\bar{U}KL = D_4 \bar{R} = 2,114 * 6,0 = 12,68$$

$$OD = R = 6,0$$

$$AKL = D_3 \bar{R} = 0 * 6,0 = 0$$

Not: D3 ve D4 değerleri gözlem sayısı n=5 için IPK tablolarından elde edilmiştir.

Bu hesaplamalara dayalı olarak R-Kontrol Çizelgesi ve deneme limitleri hesaplanırken kullanılan 25 örnek set verisi Figür 38'de gösterilmektedir. X-Kontrol Çizelgesindeki duruma benzer olarak burada da tüm veriler kontrol limitleri arasında kalmaktadır. Bu durumda verilerin stabil bir prosesten toplandığı ve elde edilen kontrol limitlerinin bundan sonra normal süreci kontrol için de kullanılacağı ortaya çıkmaktadır.



**Figür 38: Ekmek Gramajı İçin R Kontrol Çizelgesi**

6-Sigma sürecinin Kontrol Aşaması olan bu bölümde performans veya kalite kriteri olarak sadece "ekmek gramajı" ele alınmıştır. Bu kalite kriteri için kontrol sistematığı geliştirilmiş ve gerçek veriler kullanılarak gerekli kontrol çizelgeleri geliştirilmiştir. 6-Sigma çalışmasında sürekli gelişim sağlanması için sadece "ekmek gramajı" için değil diğer kritik performans parametreleri içinde de kontrol çizelgeleri oluşturulması gerekmektedir.

## 13. Son Söz

### 13. SON SÖZ

Şirketlerimizin küresel oyuncularla rekabet etmede gittikçe zorlandığı şu günlerde inovatif açılımlara ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Müşteri beklentilerini doğru algılama, şirket süreçlerini ona göre yapılandırma ve modelleme, etkin performans kriterlerini belirleme ve sonuçları denetleme rekabetçi olmak isteyen şirketler için önemli çalışma alanları olmuştur.

6-Sigma metodolojisi bu anlamda şirketlere pazardan başlayan ve tekrar pazara giden tüm süreçleri yapılandırma, yönetme ve iyileştirme anlamında bir rehber sunmaktadır. Metodun gerçek rakamlara dayalı olarak çalışması ve şirketin karlılığına yönelik sonuç-odaklı felsefesi metoda son yıllarda ilginin artmasına sebep olmuştur.

6-Sigma Kılavuzu ülkemizde metot hakkında haberdarlığın artması ve kullanımının yaygınlaşması amacıyla yönelik tasarlanmış özet bir doküman niteliğindedir. Kılavuzda, metot hakkında hem kısa teorik bilgilendirme hem de pratik bir uygulama örneği sunmuştur.

Örnek uygulamada da görüleceği üzere metodun kullanımı oldukça basit, fakat buna karşılık finansal getirileri oldukça büyük olabilmektedir. Bu anlamda, metot sektör ve şirket büyüklüğünden bağımsız tüm işletmelerde kullanılabilir özelliktedir.

#### 14. GENEL REFERANSLAR

**Pande**, P. S., Neuman, R. P., Cavanagh, R. R., 2002, "The Six Sigma Way", McGrawHill, New York.

**Plzdek**, T., 2001, "The Six Sigma Handbook", McGrawHill, New York.

**Creveling**, C. M., Slutsky, J. L., Antis, D., 2003, Design for Six Sigma, Prentice Hall, New Jersey.

**Kotler**, P., 2003, "Marketing Management", Prentice Hall, New Jersey.

**Montgomery**, D. C., 2005, "Introduction to Statistical Quality Control", John Wiley, Massachusetts.

**Bank**, J., 2002, "Total Quality Management", Prentice Hall, New Jersey.

Motorola University,

[www.motorola.com/motorolauniversity.jsp](http://www.motorola.com/motorolauniversity.jsp)

American Society for Quality, [www.asq.org](http://www.asq.org)

Six Sigma Academy, [www.6-sigma.com](http://www.6-sigma.com)

Six Sigma Quality Resources, [www.isixsigma.com](http://www.isixsigma.com)

#### 14. Genel Referanslar

