

# KALİTE DENETİMİ

*Dr.Öğr.Üyesi Serpil Aydın*

# Dersin İçeriği

1. Hafta Kaliteye Giriş
2. Hafta Kalite Maliyetleri
3. Hafta Kalite ile ilgili Temel Olasılık ve İstatistik
4. Hafta Kalite Kontrolü ve İyileştirme için Problem özme Yöntemleri
5. Hafta Nicel Ölçümler için Kalite Kontrol şemaları
6. Hafta Nicel Ölçümler için Kalite Kontrol şemaları
7. Hafta Nitel Ölçümler için Kalite Kontrol şemaları
8. Hafta TUIK Resmi İstatistikler ve Kalite
9. Hafta Arasınav
10. Hafta Süreç Yetenek Analizi
11. Hafta Nitel Ölçümler için Kabul Örneklemesi
12. Hafta Cevap Güvenirliği Araştırması ve Anketör Etkisi
13. Hafta Altı Sigma
14. Hafta SPSS Paket Programı ile Kalite Kontrol Uygulamaları
15. Hafta SPSS Paket Programı ile Kalite Kontrol Uygulamaları



01

# Kaliteye Giriş

## 1.1 Kalite Kavramı ve Özellikleri

Kalite, günlük yaşamda sıklıkla kullanılan bir tabirdir. Bir ürünün kalitesinden, bir hizmetin kalitesinden, bir sanat eserinin kalitesinden hatta bir insanın kalitesinden bahsedildiği olur. Günlük yaşamda çok farklı anlamlarda kullanılan bu tabir, bilimsel olarak da farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Bu alanın büyük düşünürlerinden bazılarının tanımlamaları şöyledir:

“Kalite kullanıma uygunluktur.” (J.M. Juran)

“Kalite gerekliliklere uygunluktur.”(P.B. Crosby)

“Kalite, değişmezliğin ve güvenilirliğin düşük maliyetle pazarın ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde tatmin edilebilmesidir.”(W.E.Deming)

“Kalite bir malın ya da hizmetin müşterinin (tüketicinin) isteklerine uygunluk derecesidir.”  
(Avrupa Kalite Kontrol Organizasyonu)

“Kalite yapısal özellikler takımının, şartları yerine getirme derecesidir.” (TS EN ISO:9000)

Kalite anlayışı müşterinin karakteristikleri, sosyal konumu ve ekonomik durumuna bağı olarak değişebilir, farklı gereksinim ve beklentiler doğrultusunda biçimlenebilir. Gereksinimler, beklentiler, sosyal ve ekonomik çevre, kültürel ve dini yapı, gelenekler, ekonomik düzey, teknoloji, iklim, coğrafya, eğitim, genel toplumsal yargılar, kalitenin müşteri tarafından algılanmasını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Ayrıca müşteriler perakende olabileceği gibi kurumsal da olabilir.

Örneğin bir buzdolabının alıcısı genellikle perakende müşterilerdir ama bir şeker fabrikasının müşterileri fabrikanın satış ofisinden küp şeker alan perakende müşteriler olabileceği gibi, toptancılar, çikolata fabrikaları gibi kurumsal müşteriler de olabilir. Perakende müşterinin alacağı ürünler üretilirken de oluşan tedarik zinciri üzerinde firmalar birbirinin kurumsal müşterisi olurlar. Örneğin TÜPRAŞ petrol tedarik ettiği BOTAŞ'ın müşterisidir; PETKİM, TÜPRAŞ'ın müşterisidir. Kurumsal müşterilerin tedarikçilerinden bekledikleri de perakende müşterilerin beklentilerinden ciddi farklılıklar gösterir.

**Kalıcı kalite hiçbir zaman tesadüfen veya kendiliğinden ortaya çıkmamaktadır. Kalite, insan tarafından gerçekleştirilen sistematik çabaların bir sonucudur. Kalite tanımları göz önüne alındığında tanımların hemen hepsinin kaliteyi belirleyen müşterilere odaklandığı, müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin tatmininin kalitenin odak noktasını oluşturduğu görülmektedir.**

## 1.2. Kalitenin Boyutları

Kalite kavramının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmak amacıyla Garvin tarafından 1987 yılında ortaya atılan, halen yaygın şekilde kullanılan bir sınıflandırmayı ele alacağız. Burada ürün kalitesi sekiz boyutta değerlendirilir:

**Performans**

Ürün görevini yapıyor mu?

**Güvenilirlik**

Ürün ne sıklıkta bozulur / arıza yapar?

**Dayanıklılık**

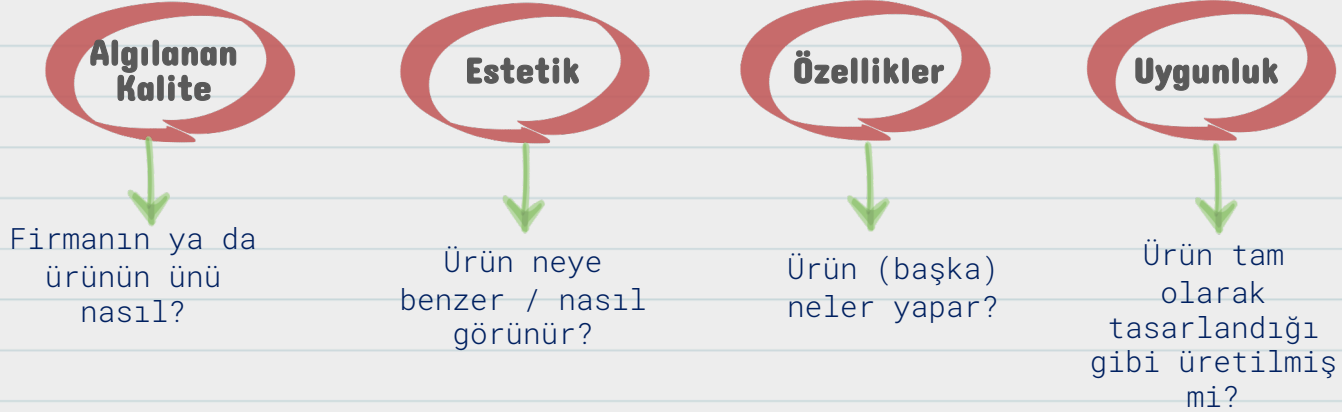
Ürün en fazla ne kadar kullanılabilir?

**Servis**


Ürünün onarımı/ bakımı ne kadar kolaydır?

## 1.2. Kalitenin Boyutları

Kalite kavramının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmak amacıyla Garvin tarafından 1987 yılında ortaya atılan, halen yaygın şekilde kullanılan bir sınıflandırmayı ele alacağız. Burada ürün kalitesi sekiz boyutta değerlendirilir:







Kalite kavramının çok boyutlu olduğu gör÷lmektedir. Dolayısıyla "kalite nedir?" sorusunun basit ve tek bir cevabı olmayacağı anlaşılmaktadır. Üzerinde yoğun şekilde durulan geleneksel bir tanıma yoğunlaşırsak. Geleneksel tanım:

*"kalite kullanıma uygunluktur"*

Kullanıma uygunluğun iki cephesini ifade eden iki kalite tipi vardır: Tasarım kalitesi ve uygunluk kalitesi.

## Tasarım Kalitesi

Üretilen ürün veya hizmetin müşterinin talep ettiği niteliklere sahip olması yani bu istek ve ihtiyaçları karşılama derecesidir. Tasarım kalitesi ürünün fiziksel yapısı ve performans özellikleri gibi kavramlardan yararlanılarak tasarlanır. Ağırlık, boyut, hacim, dayanıklılık gibi fiziksel özellikler, koku, renk, şekil, görünüş gibi estetik özellikler ürünün tasarım kalitesini belirleyen faktörlerdir. Dolayısıyla yukarıda Garvin'in sınıflandırdığı kalite boyutlarından ilk yedisi tasarım kalitesiyle ilgilidir.

## Uygunluk Kalitesi

Üretilen ürün veya hizmetin belirlenmiş müşteri taleplerine uymasının bir ölçütü olarak ortaya çıkan bir kavramdır. Tasarım kalitesiyle karşılaştırıldığı zaman uygunluk kalitesi ölçülebilir bir kavramdır. Yani bu kavram; “üretilen ürün belirtilen özelliklere ne ölçüde uyum sağlıyor? Standartlara ve kullanıma uygunluğu yeterli mi? Belirlenen uzunluk ve parçanın uzunluğu birbiriyle örtüşüyor mu?” gibi sorulara cevap arar. Uygunluk kalitesi Garvin'in sınıflandırdığı kalite boyutlarından sonuncusudur..

## Örnekler:

İpad, tablet bilgisayarlar piyasasında birçok özelliğiyle öne çıkan bir ürün oldu. Bunda görüntü kalitesi, dokunmatik ekranın kullanım kolaylığı, işletim sisteminin sağladığı birçok kullanım kolaylığı, bellek kapasitesi, estetik tasarım, ağırlık, incelik gibi fiziksel özellikler, Apple'ın sağladığı birçok uygulamanın indirilebilmesi gibi ek özellikler büyük rol oynadı. Bunlara Apple'ın kendine has pazarlama stratejileriyle oluşturduğu marka bağımlılığı da eklenmelidir; böylece algılanan kalite de artırılmıştır. İşte tüm bunlar **tasarım kalitesini** oluşturan unsurlardır. **Uygunluk kalitesi** ise Apple'ın İpad ürününü üretirken ürünün parçalarının teknik tasarımda ifade edilen tasarım sertifikasyonlarını sağlayıp sağlamadığının ölçüsüdür; ekranda arızalı piksel olmaması, anakartta hatalı lehim noktası olmaması gibi. Bunlar ise fabrikada ölçüm ve testler yapılmasını gerektirir. Uygunluk kalitesinin sağlanmamasının müşteri üzerindeki dolaylı etkileri çok önemlidir. İşletim sisteminin hemen çökmesi, bir temel uygulamanın pil ömrünü bariz şekilde azaltması gibi şeyler müşteriye vaadedilen tasarım kalitesi unsurlarının üründe olmaması anlamına gelir. Tasarımda vaadedilen unsurlarla üründeki unsurlar arasındaki fark açıldıkça müşteri memnuniyeti düşecektir.

## Örnekler:

Diğer bir örneği havayolu taşımacılığında verebiliriz. Bir firmanın uçak içinde yolculara sunduğu koltukların genişliği, rahatlığı gibi fiziksel konfor öğeleri, yemek ve içecek ikramları, uzun yolculuklarda film izleme gibi imkanlar sunması (film, müzik arşivi gibi imkanların genişliği), uçuş saatleri, uzun yolculuklarda aktarmaların büyük beklemelere yol açmaması, valizlerin kaybolmaması ya da gecikmemesi gibi ek özellikler uçuş hizmetinin **tasarım kalitesini** oluşturan unsurlardır. **Uygunluk kalitesi** ise yukarıda tasarım kalitesi ile ifade edilen tasarım unsurlarına uyulması ile ilgilidir. Bir havayolu firması eğer taahhüt ettiği saatte uçağı kaldırıyor ve indiriyor ise uygunluk kalitesi yüksektir, aksi takdirde düşüktür. Eğer sıcak sunmayı taahhüt ettiği yemeğı soğuk sunuyor ise ya da valizler kayboluyor ise uygunluk kalitesi düşüktür.

# Kalitenin Anlamı

Üretici açısından

Tüketici açısından

Uygunluk Kalitesi

- Spesifikasyonlara uygunluk
- Maliyet

Tasarım Kalitesi

- Kalite karakteristikleri
- Fiyat

Ürün

Pazar

Tüketicinin kullanımına uygunluk

## 1.3. Kalite İyileştirme

Kalite iyileştirme, bir ürün ya da hizmetin kalitesinin artırılması için yapılan tüm çalışmalarını ifade eder. Kalite iyileştirme hem tasarım hem de uygunluk kalitesiyle ilişkili düşünülebilir. Ancak kalite iyileştirmede özellikle uygunluk kalitesine odaklı çalışılır. Yani tasarımdaki spesifikasyonlara uyumun derecesi ölçülür, eğer uyum az ise bunun nedenleri analiz edilerek çözümler üretilir, bunlar uygulanarak iyileşme sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir.

Burada tasarımın müşteriye tatmin edecek nitelikte olduğu varsayılır, buna uygun üretim hedeflenir. Elbette tasarımdaki eksiklikler ya da yanlışlıklar da müşteriye tatmin etmekten uzak olabilir, yani tasarım kalitesi düşük olabilir. Bir ürün ya da hizmetin tasarım kalitesinin iyileştirilmesi her ne kadar o konu üzerine uzmanlık gerektirse de istatistiksel deney tasarımı ve benzeri tekniklerle her alanda tasarım kalitesini iyileştirecek yaklaşımlar da ortaya konmuştur.

## ***Kalite iyileştirme neden önemlidir?***

Bunu şöyle bir örnek vaka ile ele alabiliriz. 1990'lı yılların sonunda ABD'de bir otomotiv üreticisi, şanzıman tedarik ettiği, biri ABD'de diğeri Japonya'daki iki firmanın şanzımanları ile ilgili bir araştırma gerçekleştirdi. Amerikalı şanzıman üreticisinin şanzımanları ile ilgili garanti kapsamındaki arıza tamir maliyetlerinin Japon üreticisine kıyasla yaklaşık üç kat fazla olduğu fark edildi. Bunun nedeni araştırıldığında Amerikalı üreticinin tasarımdaki spesifikasyonlara uygun üretim yaptığını, ancak Japon üreticinin bu spesifikasyonlara uymakla kalmayıp

spesifikasyon sınırları arasında değişimi çok daha azalttığı görüldü. Diğer bir deyişle kaliteyi belirleyen ölçümler, spesifikasyon sınırları arasında olmakla kalmayıp hedef değere daha çok yaklaşmıştı. Ayrıca, Japon firmasının şanzımanlarında viteslerin daha rahat geçtiği, dişlilerin daha az gürültü yaptığı ve kullanıcıların bu şanzımanı daha “üstün” olarak nitelendirdikleri tespit edildi. Yani değişimin azaltılması uzun dönemde daha düşük maliyetlere yol açtı.





## 1.4. Kalite Karakteristikleri

Her ürün ya da hizmette müşterinin kaliteyle ilgili düşüncesini belirleyen bazı karakteristikler yani özellikler vardır. Bunlar ölçülebilirdir, dolayısıyla değişimin ne olduğunu ölçmek ve azaltmak mümkündür. Kalite karakteristikleri farklı tiplerde olabilir:

### Fiziksel

Ebat, ağırlık, voltaj, akışkanlık

### Duyusal

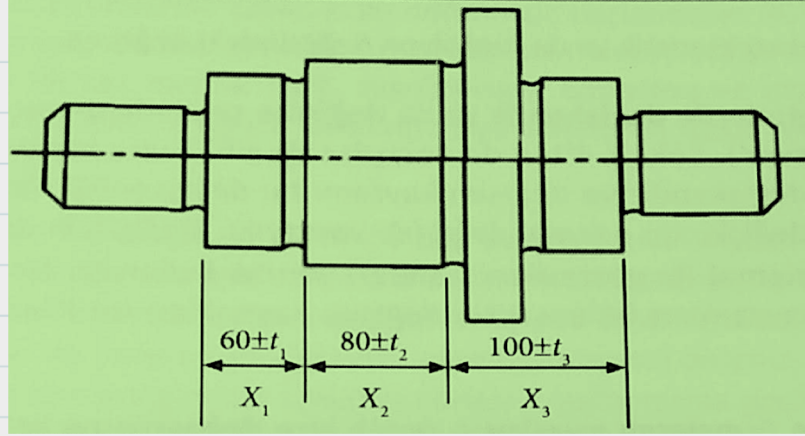
Tat, görünüm, renk

### Zamana Bağlı

Güvenilirlik, sağlamlık, servis kolaylığı

Kalite karakteristikleri birçok müşterinin anlamayacağı teknik unsurlardır. Bunlar müşterilerin kalite beklentilerini teknik olarak ifade eder. Az evvel ki örnekte vitesin rahat geçmesi, müşterinin bir kalite beklentisidir. Bunun sağlanması için vites dişlileri üzerindeki diş üstü yüksekliği, diş derinliği, diş profil açısı gibi özelliklerin tasarıma uygun olması gerekir.

Geleneksel olarak imalat sanayisinde bir kalite karakteristiği mühendislik toleransları içinde ise kalitenin sağlandığı varsayılır. Bir karakteristik için hedef değer  $h$  ve tolerans değeri  $t$  ise **Alt Spesifikasyon Sınırı**  $ASS=h-t$  ve **Üst Spesifikasyon Sınırı**  $ÜSS=h+t$  şeklinde tanımlanır. Eksi ve artı yönde toleransların eşit olmaması da mümkündür, örneğin  $ASS=h-t'$  ve  $ASS=h+t''$  şeklinde olabilir.



Bir teknik resim üzerinde 3 kalite karakteristiği  $X_1, X_2$  ve  $X_3$  gösterilmiştir; her biri için hedef değeri sırayla 60,80ve 100mm ve toleranslar sırayla  $t_1, t_2$  ve  $t_3$  mm'dir. Diyelim ki  $t_1=0.05$  mm olsun. Bu durumda kalite karakteristiği  $X_1$  için  $ASS=60-0.05=59.95$  mm ve  $ÜSS=60+0.05=60.05$  mm olacaktır. Bu aralıkta yani  $[59.95\text{mm}, 60.05\text{mm}]$  aralığındaki tüm ölçümler "uygun" ("kaliteli ya da "hatasız") şeklinde değerlendirilecektir. Diğer bir deyişle bu sınırlar dışındaki ölçümler uygunsuzluk, bu ölçümlerin yapıldığı ürünler de uygunsuz ürün olarak nitelendirilir.

Müşteri memnuniyeti açısından spesifikasyon sınırları sağlanması gereken ya da müşteri memnuniyeti üzerinde kayda değer etkisi olan kalite karakteristiklerine **kritik kalite karakteristikleri** adı verilir. Bir üründe ölçülebilecek birçok karakteristik vardır, ama bunların hepsinin ölçülmesi ucuz ve pratik olmayacağından kritik kalite karakteristikleri ölçülür ve kontrol edilir.

# 1.5.Kalitenin Gelişimi

## 1.5.1.Kalite Muayene

1900'lü yılların başında endüstriyel idare uzmanı F.W.Taylor'un yaptığı bilimsel çalışmalar yönetim kavramının bilimsel temeller üzerine oturması gerektiğini göstermiştir.

Taylor'a göre insanları harekete geçirebilecek tek güç bireysel ekonomik çıkarlardır. Taylor'un amacı verimi maksimum yapmaktır. Taylor ekonomik kazancın artırılmasının sadece sermaye ve işçilikle değil, aynı zamanda bilginin işe uygulanması ile de sağlanacağını gösteren ilk kişi olmuştur. Taylor, iş planlamasını işçilerin ve nezaretçilerin elinden alıp endüstri mühendisliğine vererek bilimsel yönetimin öncülüğünü yapmıştır. Taylor'un bu dönemde gerçekleştirdiği çalışmalar endüstri devriminin ateşleyici gücü olarak kabul edilmektedir.

Endüstri devrimi öncesi, üretimin atölyelerde yapıldığı yıllarda kalite o malı üreten ustanın sorumluluğu altındaydı. Endüstri devrimi sırasında, ilk takım tezgahlarının ortaya çıkması ile üretim sistemi ve ürün yapısı karmaşık hale gelmiştir. İşletmelerin büyümesi ve çok sayıda ustanın istihdam edilmesi ürün kalitesi sorumluluğunu ürünü üreten kişiye yüklemiştir.

20. yüzyıl, önemli teknolojik gelişmelerin yaşandığı ve bunun yarattığı zenginliğin ve refahın geniş toplum kesimlerine yayıldığı bir dönemi de başlatmıştır. Bu yüzyılın başında, endüstriyel sistemlere önemli yenilikler getirmiş olan Henry Ford, 1905 yılında Ford Motor şirketinde ilk kez montaj hattı uygulamasını başlatmış ve imalat ortamındaki karışık süreçleri niteliksiz işgücü tarafından yapılabilecek basit montaj işlemlerine ayırmıştır.

Ford'un modelinde kalite görevi montaj hattı sonunda mamüllerin iyiler ve kötüler biçiminde ayrımını sağlayan muayene elemanlarına devredilmiştir. Bu uygulamadan önce miktar ve üretim terminlerine uygunluk ön plana çıkartılmakta, bu yüzden kalite göz ardı edilmekteydi. Ford'un modelinde kalite kayıplarının önlenmesi amacı ile ürün kalitesinden kalite nezaretçilerinin sorumlu olması uygulamasına geçilmiştir. Nezaretçiler kalitesiz üretime neden olan işçilere yaptırım uygulayarak firma güvencesi sağlamaya çalışmışlardır.

Bu uygulama I.Dünya Savaşı ile son bulmuştur. Savaş döneminde bozuk olan ürünün maliyeti yaşamsal önem taşımıştır. Çalışmayan ekipmanlar, sık bozulan araçlar savaşın kaybedilmesine neden olmuştur. Böylece son kalite kontrol uygulaması getirilerek, ürünler üretildikten sonra bir muayeneden geçirilmek suretiyle kusurlular ayıklanmaya başlanmıştır.

Son ya da nihai muayene yönteminde üretilen ürünlerin tek tek veya örnekleme yolu ile kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Kontrol sonucunda “iyiler” ile “kötüler” birbirinden ayıklanarak, belirli bir kabul edilebilir kalite düzeyine ulaşılmaya çalışılmıştır. Üretilen ya da sevk edilen parti içerisindeki kabul edilebilir hatalı ürünlerin sayısı yüzde, binde veya milyonda ifadeleri ile açıklanmaktadır. Üretilen partilerden belli tekniklere göre örnekler alınır ve bu örnekler test edilerek tüm parti hakkında genel bir fikir yürütülmeye çalışılmaktadır.

**Kabul  
Örnekleme**



## 1.5.2.

# İstatistiksel Kalite Kontrolü, Toplam Kalite Yönetimi ve Yönetim Standartları

**Kalite kontrolü,** A.W. Feingenbaum tarafından; istenen kalite özelliklerini sağlayan, pazar araştırması, işletmenin tasarım, AR-GE, üretim, satış ve satış sonrası hizmet gibi bölümlerinin belirli kalite düzeyinin yaratılmasındaki katkılarının planlanması ve koordinasyonu olarak tanımlanmıştır.

1924 yılında matematikçi **Walter Shewhart**, seri üretim ortamında kalitenin ekonomik olarak kontrolü için bir yöntem olan İstatistiksel Kalite Kontrolü kavramını gündeme getirip ilk defa kontrol şemalarını uygulayan kişi olmuştur. Shewhart, imalatın her aşamasında sapmaların ve değişimin var olduğunu, bu değişimin yapı ve nedenlerinin araştırılması için sürecin izlenmesi ve farkındalıklarının kontrol edilmesi gerektiğini gündeme getirmiştir, bunu için de istatistiksel kalite kontrol şemalarını önermiştir.

İlk olarak Shewhart tarafından geliştirilerek kullanılmaya başlanan kontrol şemaları, bugün çoğu işletmede üretimlerinin izlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. İstatistiksel süreç kontrolü (İstatistiksel Proses Kontrolü) uygulamalarının kalite kontrol alanındaki yenilikçi özelliği II. Dünya Savaşı sonrasına kadar gelişerek devam etmiştir.

**Toplam Kalite Kontrolü**, Deming, Juran, Feingenbaum, İskikawa ve Japonya'da kalite uygulamalarına katılan diğer kalite öncüleri tarafından 1950'li yıllarda geliştirilen bir sistemdir.

Feigenbaum'a göre **Toplam Kalite Kontrolü**, "bir organizasyondaki değişik grupların kalite geliştirme, kaliteyi koruma ve kaliteyi iyileştirme çabalarını müşteri tatminini de göz önünde tutarak üretim ve hizmeti en ekonomik düzeyde gerçekleştirebilmek için birleştiren etkili bir sistem" olarak tanımlanmaktadır. Toplam Kalite Kontrolü; pazarlama, tasarım, üretim, kontrol ve sevkiyat bölümleri de dahil olmak üzere bütün bölümlerin katılımını gerektirmektedir.

Japonya'da 1950'li yıllarda temelleri atılan toplam kalite kontrolü, takip eden yıllarda Japon sanayi tarafından yaygın şekilde kullanılmaya başlanmış ve sistematik şekilde Japon ürünlerinin kalitesinin artırılmasında ve bunların rekabetçi fiyatlarla satılmasında da büyük yarar sağlamıştır. Ardından dünyada da büyük ilgi çeken bu anlayış, firma çapında kalite yaklaşımı olarak geliştirilmiş, tüm firma ve kurum kültürüne yansımış, başta yönetim olmak üzere tüm çalışanların paylaşılan vizyonu haline gelmiş ve bu hali ile dünyada **Toplam Kalite Yönetimi** olarak adlandırılmaya başlamıştır.

### 1.5.3. Altı Sigma Yönetimi

Altı Sigma Yönetim anlayışı 1980'li yıllarda Amerikan firması Motorola'da geliştirilmiş ve uygulanmış, ardından 1990'lı yıllarda önce ABD'de ardından birçok Batılı ülkede yaygınlık kazanmıştır. 2000'li yıllarda adından en çok söz ettiren kalite yönetim yaklaşımıdır .

**Altı Sigma**, operasyonlarda mükemmelliğin sağlanması amacıyla işletmelerde süreçlerin tanımlanması, ölçülmesi, analiz edilmesi, iyileştirilmesi ve kontrolü için kolay ve etkili istatistik araçlarının kullanıldığı bir yönetim stratejisidir. Altı sigma ile süreçlerin istenilen kalitede olup olmadığı ve kalitenin sayısal değeri görülebilir. Bu yaklaşım süreç performanslarını geliştirerek bir milyonda 3.4 birim hata oranına ulaşmayı amaçlar.



**Altı sigma yaklaşımı,  
üç konuya odaklanır.**

**1. Müşteri memnuniyetini  
artırma**

**2. Çevrim sürelerini düşürme**

**3. Hataları azaltma**

## 1.5.4 ISO Kalite Yönetim Sistemi Standartları

ISO :  
Uluslararası  
Standartlar  
Örgütü

1987 yılında ISO 9000 Kalite Güvence Standartları serisi olarak anılırken zaman içerisinde ISO 9000 Kalite Yönetim Sistemi Standartları serisi diye adlandırılmaya başlandı. Bu standardın popüler hale gelmesiyle çevre yönetimine, iş sağlığı ve güvenliği yönetimine ve benzeri alanlara yönelik özel standartlar da geliştirilmiştir (ISO 14000 SERİSİ, OHSAS 18000 serisi gibi).

Bu standartların hepsinde Şu iyi yönetim prensipleri yer alır:

- Üst yönetimin doğrudan sorumluluk almasının gerekliliği,
- Őirket bölümlerinin hepsinin konunun kendileriyle ilgili kısımlarını birbiriyle koordinasyon içinde üstlenmeleri,
- Konuyla ilgili görevler, sorumluluklar ve buna benzer konuların ayrıntılı dokümantasyonunun yapılması,
- İŞletmenin sürekli kendini geliŐtirmesini ve yanlış gidecek olayları düzeltici önlemleri almasını sağlayacak planlama ve yürütme mekanizmalarının oluşturulması,
- İ ve dıŐ denetimlerle performans kontrolü.

ISO 9000 serisi ve bunu takip eden standartlarda temel usul, iŖyerinde standardın uygulama dűzeyinin bađımsız bir dıŖ denetleme kurulu tarafından denetlenmesi ve asgari gereklilikler sađlandı ise iŖyerinin bunu ifade eden belgeyi almasıdır. İŖyerlerinin ISO 9001 ya da 14001 belgesi sahibi olması bu anlama gelir. Bu belge belli bir sűreliđine verilir, dűzenli aralıklarla bu dıŖ denetimler devam ettirilerek belge yenilenir.



ISO 9001, bir ürünün üretiminden ya da hizmet sunumundan, müşteriye ulaştığı yere kadar her süreçte müşterinin beklenti ve gereksinimlerini karşılayarak kaliteyi güvence altına alan, tüm bu süreçlerde müşteri memnuniyetini ön planda tutan bir standarttır. ISO 9001 aynı zamanda işletmeye verilen belgenin de adıdır. ISO 9001 kalite yönetim sistemine kurumsallaşmak ve sürekli iyileşmek isteyen küçük, orta ve büyük ölçekli işletmeler ihtiyaç duyar. Üretim sektöründen hizmet sektörüne tüm sektörlerde uygulanabilir. Firmaların bünyesindeki satın alma, üretim kalite kontrolü, pazarlama ve satış sonrası destek süreçlerinin iyi planlanmaması, kontrol edilmemesi ve olası düzensizliklere karşı önlem alınmaması ürün ve hizmet kalitesinde düşüş, maliyetlerde artış, zaman kaybı, yanlış kurum imajı, müşteri şikayetleri gibi olumsuzluklar ve kayıplara sebep olmaktadır. Sağlıklı çalışan bir kalite yönetim sisteminin kurulmasıyla bu sıkıntılar ortadan kalkacaktır.

## 1.5.5. Kalite Mühendisliği ve İstatistiksel Kalite Kontrolü

İstatistiksel Kalite Kontrolü (İKK), bir ürün ya da hizmetin kalitesinin kontrolü ve iyileştirilmesi için kullanılan istatistiksel ve mühendislik yöntemlerine verilen genel addır. Kalite mühendisliği, İKK yöntemleri ve başka yararlı yöntemleri de kullanarak bir işletmedeki kalitenin kontrolü ve iyileştirilmesini amaçlayan bir mesleki disiplindir. Bu ders İKK yöntemlerinin sistemli bir şekilde ele alınmasını, dolayısıyla kalite mühendisliğini kullandığı yöntemler ve bunların uygulamaları vasıtasıyla tanıtmayı amaçlamaktadır.

İKK üç ana alana yoğunlaşır: *İstatistiksel Süreç kontrolü, Kabul Örnekleme ve Deney Tasarımı.*

İstatistiksel süreç kontrolü (İSK) birçok Türkçe metinde İstatistiksel Proses Kontrolü (İPK) şeklinde de geçmektedir. İSK bir sürecin kontrol altında tutulmasıyla ilgilenir. Üretim devam ederken süreç gözlenir; süreçten veri alınır, bu verilerin analiziyle süreçte problem olup olmadığı saptanır ve gerekli düzeltici önlemler alınır. Böylece kalite iyileştirilir. Bu dersin büyük bir kısmı İSK üzerinedir.

**Kabul örnekleme**si tarihsel olarak İSK yöntemlerinden daha eskidir. Tedarikçiden gelen hammaddenin, üretilen son ürünlerin ya da belli bir aşamada yarı mamüllerin kalitesinin muayene edilmesi esasına dayanır. Ancak çok sayıda ürün muayene edilecekse istatistiksel yöntemlerle örnekleme yapılır, bir partideki tüm ürünler değil, çok az sayıda örneklem muayene edilerek tüm partinin kalitesi hakkında kestirimler yapılır. ***Kabul örneklemesinin amacı kalite iyileştirme değildir, kalitesiz ürünlerin ayıklanmasıdır.*** Bu sayede kalitesiz ürünler bir sonraki üretim aşamasına geçemez ya da hammadde partisi tesisten içeri kabul edilmez, tedarikçiye geri gönderilir. Ama bu ürünleri üreten süreçler eski kalite düzeyiyle üretim yapmaya devam eder.

**Deney tasarımı** yada daha uzun adıyla İstatistiksel Deney Tasarımı bir kalite karakteristiğini etkileyen faktörlerin sistemli bir şekilde saptanmasında son derece etkilidir. Burada üretim devam ederken süreçler gözlenmez; üretim faaliyetlerinin dışında süreç üzerinde denemeler yapılır. Örneğin hız, malzeme, uç türü gibi faktörler değiştirilerek bunların kalite karakteristiği üzerindeki etkisi incelenir. Ancak genellikle çok sayıda faktörün yüzlerce hatta binlerce kombinasyonunda deneyler yapmak gerekir; bu işlem aşırı pahalıdır. Deney tasarım yöntemleri, bu deneylerin çok daha az sayıda kombinasyonla nasıl yapılacağını gösterir. Bu yöntemler üretim devam ederken yapılmadığı için **çevrim-dışı (offline)** yöntemler diye adlandırılır. Bu durumda İSK ve Kabul örnekleme de üretim ya da üretim sonrasında icra edildikleri için **çevrim-içi (online)** yöntemler olarak sınıflandırılır.

## 1.6 Sürekli İyileştirme

Sürekli iyileştirme W.E. Deming'in dünyada popülerleştirdiği bir kavramdır. Adından da anlaşılacağı gibi bir defaya mahsus olarak yapılan bir faaliyet değil, aksine işletmelerdeki çalışmaların ,sürekli devam etmesi gereken bir parçasıdır; sürekli yapılan ve yaşam tarzı haline gelen bir faaliyetler bütünüdür. İlk çıkışı ve sistemli uygulamaları Deming'in de uzun yıllar görev yaptığı Japonya'da olmuştur; o dönemlerde Japonca Kaizen sözcüğüyle ifade edilmiştir (**Kai: Değişiklik, Zen: İyi, iyiye doğru**). Halen de bu isimle anılmaktadır.

Sürekli iyileştirme, bir yöntemin ya da yöntemler topluluğunun adı değildir; bir yaklaşımın adıdır, toplam kalite yönetiminin ve yönetim standartlarının (ISO 9000 serisi gibi) temel yaklaşımları arasında yer alır. Bu yaklaşıma göre işletmenin toplam performansının sürekli iyileştirilmesi üst yönetimin kalıcı hedefi olmalıdır. Dolayısıyla sürekli iyileştirme, her çalışanın da kendisi ile ilgili konularda bireysel hedefleri arasında yer almalıdır. Kaizen sözcüğü Japonya'da sürekli iyileştirmeden ziyade 'sürekli iyileşme ve iyileştirme isteği' şeklinde kullanılır. Çünkü kaizen sadece işletmelerde kullanılması gereken bir sistem değil, aynı zamanda bir yaşam biçimi olarak düşünülmektedir. Evde, işyerinde, okulda, hastanede, kısaca her zaman ve her yerde uygulanabilir. Bu isteğin duyulduğu her yerde, daha iyiye, daha güzele götürebilecek bir şey bulunabilir.



**Deming, sürekli iyileştirmeyi PUKÖ döngüsü ile ifade etmektedir.**

## 1.7. Değişim ve Kalite

### 1.7.1. Değişimin Kaynakları

**Ekipmanla ilgili kaynaklar:** Ekipmanın özellikleri değişime yol açabilir. Örneğin bir tezgahın sağlamlığı, bir ocağın ısı yalıtımının düzeyi gibi özelliklerinden kaynaklı değişimler söz konusu olabilir. Örneğin tezgahın yataklarıyla ilgili sorunlar titreşimi artırabilir, yalıtımla ilgili sorunlar ocağın içindeki farklı noktaların farklı sıcaklıklarda olmasına yol açabilir.

Bir freze takımı kullanıldıkça uç aşınır, yüzey pürüzsüzlüğü ve kesilen parça ebatlarında değişim ortaya çıkar. Ayrıca ekipmanın enerji alışverişi ile ilgili kontrol düzeyi de değişime yola açabilir. Uygulanan kuvvet, basınç, akış hızı, viskozite, sıcaklık voltaj gibi ayarlanabilir faktörler bunların içine girer. Son dönemde özellikle CNC teknolojisine dayalı üretilen tezgahlarda bu faktörlerin gayet iyi düzeyde kontrol edilebildiği gözlenmektedir. Örneğin bir servo motor istenilen hızı çok hassas şekilde sağlayabilmekte ya da sıcaklık regülatörü sayesinde sıcaklık istenilen değere  $\pm 1$  C farkla getirilebilmektedir.



## 1.7. Değişim ve Kalite

### 1.7.1. Değişimin Kaynakları

**Malzeme ile ilgili kaynaklar :** Malzemenin kompozisyonu (içeriğindeki bileşenlerin yüzdeleri) ve kalınlık gibi ebatları, işlenen malzemedan diğerine değişebilmektedir ya da ölçüm zorluğundan bilinmemektedir. Ayrıca yukarıda bahsedilen ekipmanın kontrol düzeyi yüksek olsa da bunun malzeme üzerinde yansımalarının ne olduğu tam bilinmemektedir.

Örneğin bir plastik enjeksiyon cihazında belli noktalarda sıcaklık ve basınç ölçümleri hassas şekilde yapılabilsede kalıp içinde malzemenin her noktasında sıcaklığın ve basıncın ne olduğunu ölçmek mümkün değildir. Buna bir diğer örnek de şu olabilir. Bir polimer fırın içinde istenilen sıcaklığa getirdikten sonra fırından çıkarılacak bir kimyasal işleme tabi tutulmaktadır. Ancak ortam sıcaklığı, bekleme süresi gibi faktörler nedeniyle kimyasal işlem uygulanırken polimerin sıcaklığı değişebilmektedir.

## 1.7. Değişim ve Kalite

### 1.7.1. Değişimin Kaynakları

**İnsanla ilgili kaynaklar** : Kalite karakteristiği değerini ekipmandan ziyade operatörün etkilediği manuel işlemlerde öne çıkar. Örneğin bir mastardaki deliklerden matkabı sokarak arkadaki saca belli sayıda delik delen bir operatörü düşünün. Matkabı tutuş açısı, bastırma kuvveti, mastarı parçanın üzerine konumlandırması gibi insanla ilgili birçok değişim kaynağı söz konusudur.

**Ölçümle ilgili kaynaklar** : Ölçüm aletlerinin de yanlış ölçüm yapabileceğini dikkate almak gerekir. Ölçüm aletinin hassasiyeti, kalibre edilmemesi ya da operatör tarafından doğru kullanılmaması gibi nedenlerle gerçek değerlerden farklı ölçümler yapılabilir. Ölçüm teknikleri üzerine eserlerde ölçüm aletlerinin hassasiyeti, doğruluğu, tutarlılığı gibi kavramlarla gerçek değerlerden nasıl saptanabileceği izah edilir, fakat bu derste bu konulara girilmeyecektir. Dikkat edilmesi gereken husus burada gerçek değişimin değil sadece ölçümün yanlış yapılmasından kaynaklı sahte bir değişimden bahsedilmelidir.

## 1.7.2. Genel ve Özel Nedenler

Kalite kontrolünde bütün bu farklı süreçlere uygulanabilen temel bazı genellemeler yapılmıştır. Değişimin iki temel nedeni olduğu varsayılır:

- Genel nedenler ve özel (atanabilir) nedenler.

Genel nedenler, bir sürecin doğasında bulunan, istense de kaçınılması mümkün olmayan birçok değişim kaynağının ortak etkisidir.

Bir süreç sadece genel nedenlerin etkisi altında ise sürecin istatistiksel kontrol altında olduğu söylenir. Bu durumda süreç istikrarlı şekilde devam eder. Ancak pek az süreçte istikrar uzun süre korunabilir, devreye giren bir özel nedenle süreç kontrolden çıkar. Özel nedenler sürecin doğasında olmayan sıra dışı değişim kaynaklarıdır.

### 1.7.3. Ölçüm ve Analizin Önemi

İstatistiksel kalite kontrolünde ölçüm ve analiz son derece önemlidir. Türkiye'de büyük ölçekli firmaların çoğu bu gerçeği uzun yıllardır kavrayıp uygulamaktadır; ancak aynı şeyi KOBİ'ler (Küçük ve Orta Büyüklükte İşletmeler) için söylemek mümkün değildir. Dünya'da yaşanan bir sıkıntının benzeri günümüzde ülkemizde yaşanmaktadır: ürünler satıldığı sürece KOBİ'ler ürün kalitesini nicel(sayısal) hale getirmek için ölçüm yapmayı gereksiz bir külfet olarak görüyor. Ölçülmeyen bir şey analiz edilemez. Analiz gerçekleşmezse de sağlıklı bir iyileştirme de mümkün olmaz. Elbette bu yanlış uygulamanın arkasında sürekli bir iyileştirme anlayışının olmaması yatar.

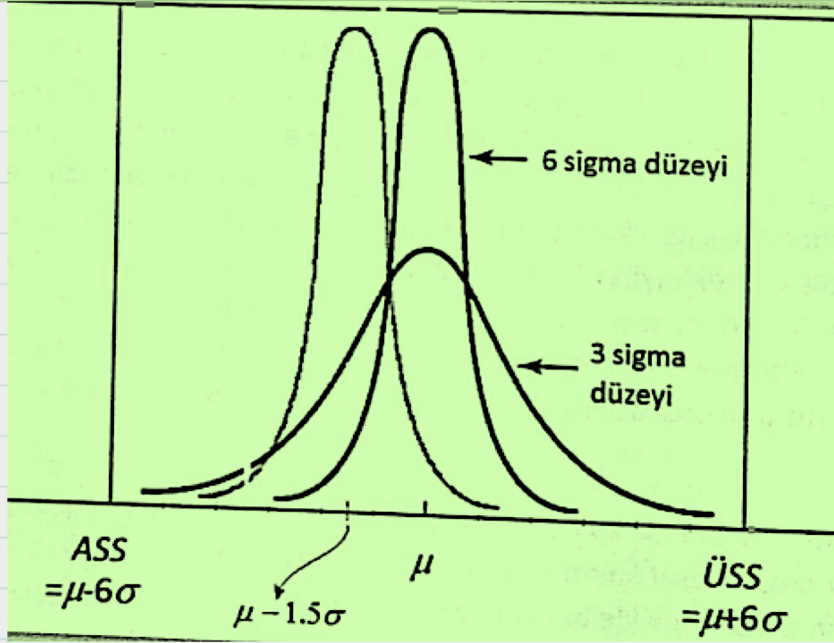
Bunun için de işletmeyi teşvik edip harekete geçirecek unsurlar gereklidir. Ürünü satın alan firmanın yüksek kalite beklentileri ve denetimleri ya da yüksek teknolojili ürünler üretilen sektördeki yoğun rekabet, teşvik edici unsurlara örnek olarak verilebilir. Bu tür unsurları yaygın şekilde otomotiv sektöründe görüyoruz, ancak ne yazık ki birçok sektörde bu tür harekete geçirici unsurlar azdır ve yaygın değildir.

İstatistiksel kalite kontrolünde kalite karakteristikleri ölçülür ve analiz edilir. Bir süreçte kalite iyileştirmesi yapılabilmesi için öncelikle doğru kalite karakteristiklerinin seçilmesi, ardından düzenli şekilde bunların ölçümü ile analizi ve analiz sonuçlarına göre iyileştirme planları yapılarak bunların tatbik edilmesi gerekir. Eğer kritik bazı karakteristikler ölçülmiyorsa, yanlış karakteristikler ölçülüyorsa, ölçümler yanlış yapıyorsa, doğru kalite iyileştirme yöntemleri kullanılmıyorsa ya da iyileştirme uygulamaları istikrarlı yapılamıyorsa kalite iyileşmeyecek ya da çok sınırlı iyileşme olacaktır.

### 1.7.4 Değişimi azaltmada bir hedef olarak Altı Sigma kalite düzeyi

Altı sigma yönetim anlayışında uygunsuzluk oranının düşürülmesi için bazı gerçekçi hedefler konulmuştur. Süreçlerin 6 sigma düzeyine getirilmesi son hedeftir. Burada sigma bir süreçteki standart sapmayı ifade eder. Bu hedefe ulaşmak için ara hedefler olarak 4 sigma düzeyi ve 5 sigma düzeyi seçilir. Genel olarak bu sürecin k sigma düzeyinde ( $k > 3$ ) üretim yapması demek, o sürece ait alt kritik kalite karakteristiklerinin alt ve üst spesifikasyon sınırlarının süreç ortalamasının k sigma eksiği ve fazlasına eşit olması demektir.

Kalite karakteristikleri genellikle normal dağılır;  $\sigma$  böyle bir kalite karakteristiğinin standart sapmasını ve  $\mu$  de ortalamasını gösterebilir. Bu durumda daha net bir ifadeyle Alt Spesifikasyon Sınırı =  $\mu - k\sigma$  ve Üst Spesifikasyon Sınırı =  $\mu + k\sigma$  olduğunda bu karakteristik için  $k\sigma$  düzeyi gerçekleşir. Bu süreçteki tüm kritik kalite karakteristiklerinde Alt Spesifikasyon Sınırı =  $\mu - 6\sigma$  ve Üst Spesifikasyon Sınırı =  $\mu + 6\sigma$  olduğunda süreçte  $6\sigma$  düzeyi gerçekleşmiş olur. Zaman zaman süreç ortalamasında da  $\pm 1.5\sigma$  büyüklüğüne ulaşan sapmalar olabileceği varsayıldığında milyon üründe en fazla 3.4 uygunsuz ürün gözlenir.



Bir kalite karakteristiği için 3 sigma ve 6 sigma düzeylerine karşılık gelen normal dağılım eğrileri görülmektedir. 6 sigma düzeyi eğrisinin ortalaması  $1.5\sigma$  azalsa bile alt ve üst Spesifikasyon sınırları arasında kalan bölgedeki toplam olasılık değeri milyon üründe 3.4 düzeyinde kalır.



# Kaynaklar

- Birgören, B. (2015). İstatistiksel kalite kontrolü. *Basım, Yayın*, (1257).
- Şenol, Ş. (2012). İstatistiksel kalite kontrol. Nobel.
- Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2006). Kalite kontrolde örneklem büyüklüğünün değişken olması durumunda P kontrol şemalarının oluşturulması.
- Kaya, A. (2005). İstatistiksel kalite kontrolü ve bir sektör uygulaması. *GIDA*, 30(4), 275-280.
- Öztürk, A. (2007). İstatistiksel kalite kontrol grafikleri kabul örnekleme (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Burr, I. W. (1976). Statistical quality control methods (Vol. 16). CRC Press.
- Montgomery, D. C. (2020). Introduction to statistical quality control. John Wiley & Sons.
- Naidenov, A. (2014). Using SPSS for process quality control—A critical review. In 3rd International Conference On Application Of Information And Communication Technology And Statistics In Economy And Education Icaictsee—2013 (p. 447).

# Teşekkürler!

Her türlü soru ve görüşleriniz için,

[serpil.gumustekin@omu.edu.tr](mailto:serpil.gumustekin@omu.edu.tr)

[serpil.gumustekin@stu.omu.edu.tr](mailto:serpil.gumustekin@stu.omu.edu.tr)

CREDITS: This presentation template was created by Slidesgo, including icons by Flaticon, and infographics & images by Freepik.