

KALİTE KONTROLDE
İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER

PROF. DR. AHMET ÇOLAK

İstatistik: Sayısal gerçeklerin derlenerek bir düzene sokularak bunlardan anlamlı bazı sonuçlar çıkarmak tekniğidir. Sübjektif ve kanaata dönük bilgileri değil, ölçülebilen ve sayılabilen bilgilerin kullanılmasını tarifler. Bu bakımdan istatistik süreç kontrol sezgisel hükümlere değil, rakamlara dayanan kararlar verilmesini gerektirir.

Süreç: Süreç, sürekli bir işlem veya işlemler dizisidir.

Bir süreci etkileyen nedenler genel olarak;

- İnsan (işçi, operatör, mühendis ve yönetici gibi personel)
- Ekipman. (makine ve teçhizat ile bağlantı teçhizatları)
- Malzeme (ham malzeme ve yardımcı malzemeler)
- Enerji (elektrik, hava ve su enerjileri)
- Metot (üretim yöntemi)
- Çevre (çevrenin sıcaklığı, rutubeti, temizliği vs.)

Kontrol: Denetleme ve yöneltme faaliyetidir. Bu faaliyet için bir temel yani bir şartname veya standart şarttır. Kontrol edilecek konu ise öngörülebilir olmalıdır. Bir kontrol faaliyeti üretimdeki kalite sorunlarına uygulandığı zaman şu aşamaları içerir ;

- Kontrol konusunu seçmek, yani neyin kontrol edileceğine karar vermek.
- Ölçü birimini seçmek.
- Kontrol konusu için bir amaç seçmek, yani işletme performansı için hedefi belirlemek.
- Bir algılayıcı seçmek veya yaratmak (ölçü birimi ile gerçek performansı değerlendirmek için bir vasıta olarak)
- Gerçek performansı değerlendirmek
- Bu performansı yorumlamak
- Saptanan fark üzerinde önlem almak

İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL (İKK)

İstatistiksel kalite kontrol, istatistik teori ve tekniklerinin tasarım, üretim ve servis hizmetlerinin her aşamasında uygulanmasıdır. İstatistiksel kalite kontrol tekniklerinin şu önemli faydaları bulunmaktadır:

- Satın alınan malzemenin kalitesinin geliştirilmesi,
- İşgücü ve malzeme kullanımında tasarruf sağlanması,
- Nihai ürün kalitesinin geliştirilmesi,
- Kalite özelliğinin temel değişkenliğinin belirlenmesi ve kusurlu ürün kalitesinin geliştirilmesi,
- Muayene standartlarının belirlenmesi ve geliştirilmesi,
- Muayene maliyetlerinin düşürülmesi,
- Üretici ile tüketici arasındaki ilişkilerin geliştirilmesi ve
- Ürünün bir tipindeki üretimden diğerine kolayca dönüşüm yapılması.

Herhangi bir prosesin kontrol dışına çıkmasında değişkenliğin etkisi vardır ve üretilen ürünlerde değişkenlik son derece önemli bir sorundur. Nitekim, yüksek teknolojinin kullanılması durumunda bile değişkenlik ortadan kalkmayıp değişim oranının azaldığı görülür. Özel ve genel nedenlere bağlı olan değişkenliğin özel nedenleri şu şekilde özetlenebilir:

- Proseste kullanılan hammaddenin (malzemenin) homojen olmaması,
- Makinalarda bozukluk ve/veya ayarsızlık olması,
- Kullanılan araç gerecin aşınması veya kırılması,
- Dikkatsizlik vb. durumlardan kaynaklanan işçilik hataları olması ve
- Bir ürünün birden fazla makinadan geçerek nihaî duruma geldiği süreçlerdeki bir makinada aksaklık olması.

- Üretim işleminin normal koşullar altında kurulmasını ve yürütülmesini sağlamada çok önemli rol oynayan, bir aksaklık veya özel bir nedenle üretimin kontrol dışına çıkması halinde bu durumu hemen ortaya çıkartarak gerekli tedbirlerin zamanında alınmasını sağlayan metotların uygulanmasıdır.
- Üretimin önceden belirlenmiş kalite spesifikasyonlarına uygunluğunu sağlayan, standartlara bağlılığı hedef alan, kusurlu ürün üretimini en aza indirmekte kullanılan bir araçtır.
- İKK, basit bir muayene ve kontrol işlemi olmayıp, amacı sadece kusurluları yakalamak değil, aynı zamanda kusurlu ürün üretimini engellemektir (Taguchi Felsefesi).

- Çağdaş kalite anlayışının ana ilkesi, bir ürün üzerinde olabilecek hatalara tepki göstermek yerine, problemleri oluşmadan engelleme yönünde önlemlerin belirlenmesidir. Üretim gerçekleştikten sonra üretilen ürünlerden kusurlu olanların kontrol sonucu ayıklanması işletmeye maliyet yüklemektedir. İdeal olan üretim aşamasında ve öncesinde çeşitli önlemler alarak hatalı ürün daha üretilmeden engellemektir.

SONUÇ OLARAK İKK;

- Ürün kalitesi ile ilgili olarak karşımıza çıkacak bütün sorulara cevap veren ve istatistiki metotlar yardımı ile ürün kalitesini yüksek tutmaya hedef alan bütün ölçme ve kontrol işlemlerinin, sürekli bir “bilgi alma, değerlendirme, karar alma/verme, müdahale” programına göre, sistem içinde yürütülmesini sağlayan bir faaliyettir.

Veri Toplama Teknikleri

- Grup Görüşmesi
- Telefon Görüşmesi
- Anket Uygulaması
- Alış-veriş Görüşmesi
- Form Doldurtması
- Gözlem Yapmak
- Örneklemeye Yapmak
- Veri toplama; ölçerek, sayarak, sıralayarak ve okuyarak yapılır.

TEMEL İSTATİSTİK TEKNİKLERİ

- Çetele diyagramı (frekans dağılımı)
- Histogram (sütun grafiği)
- Pareto analizi
- Sebep-Sonuç analizi (balık kılçığı)
- Tabakalama (gruplandırma)
- Serpilme (dağılma) diyagramı
- Kontrol grafikleri

ORTA DÜZEYDEKİ İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER

- Örneklem Araştırması Teorisi (Theory of Sampling Surveys)
- İstatistiksel Örneklem Muayenesi (Statistical Sampling Inspection)
- İstatistiksel Tahmin ve Testlere İlişkin Teknikler
- Duyarlılık (Sensory) Testlerine İlişkin Teknikler
- Deney Plânlaması Teknikleri

İLERİ DÜZEYDEKİ İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER

- İleri Düzeydeki Deney Plânlaması Teknikleri
- Çok Değişkenli Çözümleme
- Çeşitli Yöneylem Araştırması Teknikleri

Frekans Dağılımı (Bölünmesi)

İstatistiksel proses kontrolunda kullanılan yöntemlerin veya tekniklerin etkili olması, derlenen verilerin güvenilirliğine bağlıdır. Bu nedenle, veriler uygun bir örnekleme plânına göre toplanmalıdır. Kuşkusuz, toplanan veriler toplandığı şekliyle bir anlam ifade etmez ve sadece rakam topluluğu niteliğindedirler. Dolayısıyla, prosesteki kalite değişiminin belirlenmesi için; verilerin sınıflandırılması, tablolaştırılması, grafiksel çözümlenmeye tabi tutulması ve bazı istatistiksel çözümlenmeler yapılması gerekir.

ÖRNEK: Bir prosesteki değişimin nedenlerini ortaya koyabilecek zaman aralıklarında elde edilen 50 gözlem değerini içeren veri tablosunu (basit seriyi) kullanarak, sınıflanmış frekans dağılımını oluşturalım.

| | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1. 79,9 | 2. 80,1 | 3. 80,1 | 4. 79,7 | 5. 79,9 | 6. 80,0 | 7. 80,1 | 8. 80,0 | 9. 80,0 | 10. 80,1 |
| 11. 80,0 | 12. 80,0 | 13. 80,2 | 14. 80,1 | 15. 79,9 | 16. 80,1 | 17. 79,8 | 18. 80,0 | 19. 79,9 | 20. 80,0 |
| 21. 80,2 | 22. 80,1 | 23. 79,8 | 24. 80,3 | 25. 80,1 | 26. 79,9 | 27. 80,0 | 28. 80,3 | 29. 79,8 | 30. 80,0 |
| 31. 79,9 | 32. 80,3 | 33. 79,9 | 34. 79,7 | 35. 80,0 | 36. 80,1 | 37. 80,0 | 38. 80,0 | 39. 80,4 | 40. 80,0 |
| 41. 79,9 | 42. 80,0 | 43. 80,2 | 44. 79,8 | 45. 80,0 | 46. 80,2 | 47. 79,8 | 48. 80,1 | 49. 79,9 | 50. 80,1 |

Çözüm : Görüldüğü gibi, veriler bu şekilde rakam topluluğundan başka bir anlam ifade etmemektedir. O halde, gözlem değerleri arasındaki ilişkilerin daha net görülmesi için, sınıflanmış frekans dağılımını oluşturalım :

Yorum : Sınıflanmış frekans dağılımı incelendiğinde, gözlem (ölçüm) değerlerinin 79,7 ile 80,4 arasında olduğu, en fazla 80 değerinin gözlemlendiği, verilerin 16'sının 79,9 veya daha küçük, 31 'inin 80 veya daha küçük, 42'sinin 80,1 ve daha küçük olduğu söylenebilir.

| <i>Gözlemler</i> | <i>Çetele</i> | | | <i>Frekans (fi)</i> | <i>Birikimli (Kümülatif) Frekans (Σfi)</i> |
|------------------|---------------|------------|------------|-----------------------|--|
| 79,7 | <i>II</i> | | | 2 | 2 |
| 79,8 | <i>III</i> | | | 5 | 7 |
| 79,9 | <i>III</i> | <i>III</i> | | 9 | 16 |
| 80,0 | <i>III</i> | <i>III</i> | <i>III</i> | 15 | 31 |
| 80,1 | <i>III</i> | <i>III</i> | <i>I</i> | 11 | 42 |
| 80,2 | <i>III</i> | | | 4 | 46 |
| 80,3 | <i>III</i> | | | 3 | 49 |
| 80,4 | <i>I</i> | | | 1 | 50 |

HİSTOGRAM

- Yatay eksen değişkenin aldığı değerlerin, dűşey eksen de sıklıkların bulunduğu, her aralığın sıklığı ile orantılı boydaki dikdörtgenlerle gösterildiği yoğunluk grafiğidir.
- Histogramlar, genellikle bir olayın oluş sıklığını göstermek ve belirlenen zaman aralığında tanımlanan problemin daha sık meydana gelip gelmediğini hesaplamak ve ortaya çıkan dağılımın şeklini bilinen bir dağılım ile karşılaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Her histogram yalnızca tek bir özelliği ölçmektedir.
- Çıkacak şekle bakılarak yapılacak yorumların gerçeği yansıtabilmesi için 50-100 arasında değişen veri ile çalışılmalıdır.
- Histogramlar, dağılımın büyüklüğünü, simetri ve asimetri durumunu ve şeklini yansıtır. Bunları izlemek suretiyle mevcut ve muhtemel sorunların yapısıyla ilgili önemli ipuçları elde edebiliriz.

İstatistiksel proses kontrolunda kullanılan histogramların çiziminde şu noktalara dikkat edilmesi gerekir:

- Gözlem değerleri sürekli (nicel) değişken olmalıdır.
- Gözlem değerleri yatay eksene, frekanslar düşey eksene yerleştirilir.
- Bir histogramda sadece bir kalite özelliği dikkate alınır ve söz konusu! özelliğe ilişkin gözlem değerleri yatay eksende yer alır.
- Grup aralıkları eşit olmalıdır.
- Grup sayısı 5 ile 20 arasında olmalıdır. Histogramın, verilerin gerçek dağılımını iyi yansıtmaması için veri sayısının 50'den az olmaması yerinde olur.

Histogram oluşturmanın aşamaları;

- Örneklem hacmi (n) belirlenir.
- Ölçülen (gözlenen) kalite özellikleri veri tablosuna aktarılır.
- Zorunlu olmamakla birlikte, kolaylık sağlaması açısından veriler, klten bye doğru sıralanır.
- Sınıflanmış frekans dağılımı oluşturulur. Bu amaçla, her bir gözlem değerinin kaç kez tekrarlandığı belirlenmeli ve gözlem değerleri kkten bye doğru sıralanarak, her bir gözlem değerinin tekrar sayısı (frekansı) sınıflanmış frekans dağılımına aktarılır.
- En büyük gözlem değeri ile en kk gözlem değeri arasındaki fark alınarak değişim aralığı belirlenir. Değişim aralığı R ile gösterilir.
- $R = X_{\max} - X_{\min}$ şeklinde hesaplanır.
- Veri sayısına bağlı olarak, uygun grup sayısı (k) belirlenir. Grup sayısının belirlenmesi için üç yaklaşım vardır.

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

Veri sayısına bağılı olarak, uygun grup sayısının belirlenmesi için kullanılan ikinci yaklaşım, oldukça pratik olup $k = \sqrt{n}$ şeklindedir.

- Uygun grup sayısının belirlenmesi için alternatif olarak kullanılan üçüncü yaklaşım ise, "Sturges kuralıdır. Sturges kuralına göre, n veri sayısını ve k minimum grup sayısını göstermek üzere, $k = 1 + 3,322 \log n$ formülü kullanılır. Bu formüle göre, örneğin, $n = 50$ ise, $k = 1 + 3,322 \log 50 = 1 + 3,322(1,698970) = 1 + 5,643978 = 6,64$ bulunur. Böylece, minimum grup sayısı 6 veya 7 alınabilir.
- Ortak grup aralığı (genişliği) belirlenir. Bu amaçla; değişim aralığı (R), grup sayısına (k) bölünür ve ortak grup aralığı (s); $s = R/k$ şeklinde hesaplanır ve elde edilen ortak grup aralığı, grup oluşturmada kolaylık sağlaması için yuvarlaklaştırılır.
- Grup sınırları belirlenir. Grup sınırlarının belirlenmesinde, en küçük gözlem değerine yuvarlaklaştırılmış ortak grup aralığı (s) değeri eklenir.

- Gruplanmış frekans dağılımı oluşturulur, grup orta noktaları (m_i) belirlenir.
- Ortak grup aralıkları yatay ekseninde, frekanslar dikey ekseninde olmak üzere histogram çizilir. Gruplanmış frekans dağılımının oluşturulmasında, zorunlu olmamakla birlikte kolaylık sağlamak amacıyla, çetele tutma işleminden yararlanılabilir.
- Çizim aşamaları sırasıyla verilen histogramın, dikdörtgenleri kullanılarak yaklaşık bir eğriye ulaşılabilir. Söz konusu eğrinin ortalamaya göre simetrik ve normal bir yüksekliğe sahip olması veya momentlere dayanan asimetri ve basıklık ölçülerinin sırasıyla 0 ve 3 değerlerine yakın olması ve eğrinin şeklinin çar eğrisine benzemesi durumunda, proses değişkenliğinin normal olduğu söylenebilir.
- Ürünün spesifikasyona göre merkezlenip merkezlenmemesi ise, histogramın ortalaması ile spesifikasyon sınırlarının ortalamasının karşılaştırılması ile bilinir. Arada fazla fark olmaması ürünün spesifikasyona göre merkezlendiğini ifade eder.
- Nihayet, normal eğrinin yayılmasının spesifikasyon sınırlarının arasında olması durumu ise prosesin yeterli olduğunun göstergesi olarak kabul edilir.

Özetlemek gerekirse;

histogramın, prosese ilişkin şu bilgileri verdiği söylenebilir :

- Proses değişkenliğinin normal olup olmadığı,
- Ürünün spesifikasyona göre doğru merkezlenip merkezlenmediği ve
- Prosesin istatistiksel olarak spesifikasyonu karşılamada yeterli olmadığı.

PARETO (Pah-ray-toe) ANALİZİ

- Kalite geliştirmede önemli bir araç olan pareto analizi hata ve maliyet analizleri için kullanılan basit bir yöntemdir.
- Bir sonuç elde edilmesinde çeşitli faktörler tarafından oynanan rollerin tespit edilmesi için kullanılan bir araçtır.
- Yöneticilere kritik noktaları tespit edip, gerekli müdahaleleri yapmasına imkan veren bir yardımcı araçtır.
- Bir sorunu oluşturan nedenleri önem sırasına göre sıralayarak, önemlileri önemsizlerden ayırt etmeye ve dikkatleri önemli nedenler üzerinde toplamaya yaramaktadır.
- Değişik sayıdaki önemli nedenleri daha az önemde olan nedenlerden ayırmak için kullanılan bir metottur.

- Problemlerin hangisinin öncelikle ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu analize, kalite çemberleri tarafından çabaları en verimli alanlara yöneltmek ve doğru kararlar verebilmek için kullanılır.
- Çeşitli olaylara ilişkin sonuçların %80'nin %20'lik sebeplerden kaynaklandığını varsayımına dayanarak, kaliteyi etkilediği düşünülen tüm unsurların değerlendirilmesi amacıyla yapılır.
- **ÖRNEK:** Bir firmada çalışan 10 personelin yıllık devamsızlık sürelerinin, aşağıdaki şekilde bir dağılım gösterdiğini varsayalım. Söz konusu verilere Pareto çözümlemesi uygulayıp, bulguları yorumlayalım.

| Personelin Adı Soyadı | Devamsızlık (Saat/Yıl) |
|-----------------------|------------------------|
| İlker AK | 6 |
| İlknur BAK | 11 |
| İlkay ÇAK | 3 |
| Soner KAK | 4 |
| Songül NAK | 98 |
| Sonnur PAK | 2 |
| Sonay SAK | 10 |
| Yetiş TAK | 95 |
| İmdat VAK | 1 |
| Yeter YAK | 9 |

Çözüm:

Öncelikle, söz konusu devamsızlıkları büyüklüklerine (öneme) göre sıralayalım ve daha sonra, devamsızlıkların kümülatif değerlerini, devamsızlık yüzdelerini ve kümülatif devamsızlık yüzdelerini hesaplayarak, Pareto tablosunu oluşturalım.

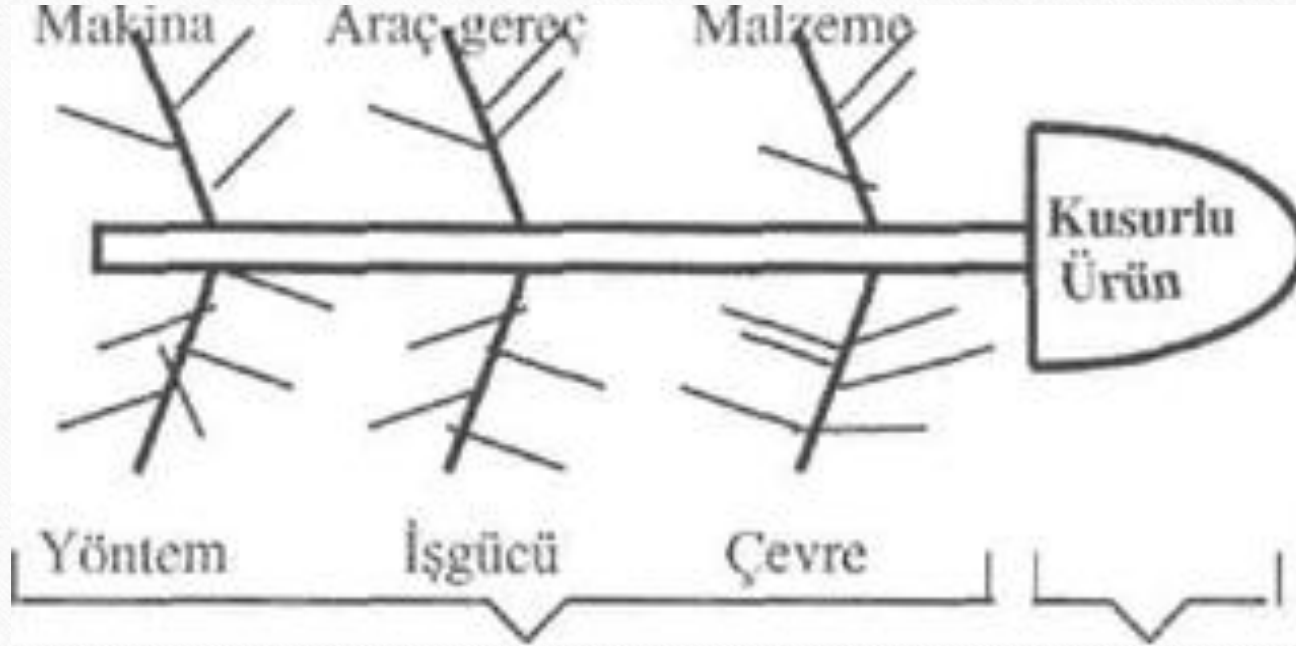
| Personelin Adı Soyadı | Devamsızlık | Küm.Devms. | Yüzde | Küm.Yüzde |
|-----------------------|-------------|------------|--------|-----------|
| Songül NAK | 98 | 98 | 41,00 | 41,00 |
| Yetiş TAK | 95 | 193 | 39,75 | 80,75 |
| İlknur BAK | 11 | 204 | 4,60 | 85,36 |
| Sonay SAK | 10 | 214 | 4,18 | 89,54 |
| Yeter YAK | 9 | 223 | 3,77 | 93,31 |
| İlker AK | 6 | 299 | 2,51 | 95,82 |
| Soner KAK | 4 | 233 | 1,67 | 97,49 |
| İlkay ÇAK | 3 | 236 | 1,26 | 98,74 |
| Sonnur PAK | 2 | 238 | 0,84 | 99,58 |
| İmdat VAK | 1 | 239 | 0,42 | 100,00 |
| Toplam | 239 | | 100,00 | |

Yorum:

Elde edilen Pareto sonuçlarına dayanarak, personelin %20'sinin (2 kişi/10 kişi) devamsızlıkların %80,75'ini (A grubu), personelin %30'unun (3/10) devamsızlıkların $\%4,60 + \%4,18 + \%3,77 = \%12,55$ 'ini (B grubu) ve geri kalan personelin %50'sinin (5/10) devamsızlıkların $\%2,51 + \%1,67 + \%1,26 + 0,84 + \%0,42 = \%6,70$ 'ini (C grubu) oluşturmaktadır. Böylece, 20-80, 30-15 ve 50-5 kurallarının yaklaşık olarak gerçekleştiği söylenebilir. Diğer bir deyişle, devamsızlıkların (sorunların) yaklaşık olarak %80'inin personelin %20'si ile, yaklaşık %15'inin personelin %30'u ile ve geri kalan yaklaşık %5'inin ise personelin %50'si ile ilgili olduğu söylenebilir. Böylece, ilk 2 personelin (%20'lik dilim) devamsızlıkları üzerinde durulur ve devamsızlık nedenleri araştırılarak ortadan kaldırılmaya çalışılırsa, personel devamsızlığı büyük ölçüde giderilmiş olur.

SEBEP-SONUÇ ANALİZİ

- Bir sorunun nedenlerini ortaya koymak maksadıyla, bireylerin beyin fırtınası yöntemini kullanarak mümkün olan tüm nedenleri düzenlemek ve bilgi toplamak amacıyla oluşturulmuş sebep-sonuç ilişkisidir.



- Bu sisteme göre, balığın başı sorunu (sonucu, kalite karakteristiklerini, hedefleri), kalın çizgilerle gösterilen makina, araç-gereç, malzeme, yöntem, işgücü ve çevre ile ifade edilen kılçıklar bu sorunun ana nedenlerini ve ince çizgilerle gösterilen kılçıklar ise ana nedenlerin alt düzeyindeki küçük ve ayrıntılı nedenleri ifade ederler '. İnce çizgilerle gösterilen bu ayrıntı nedenlere örnek olarak kullanılan malzeme için "sertlik, yoğunluk, uzunluk, ağırlık, kalınlık, genişlik", araç-gereç için "hassasiyet, kesici, gevşeklik, çekme, sıkma", işgücü için "dikkatsizlik, davranış, yorgunluk, düşük ücretler, eğitim, vasıf, makina için "güç, sıcaklık, titreşim, aşınma, hız" vb. verilebilir.
- Kontrol dışında olan bir prosesin, kontrol dışına çıkmasını etkileyen özel neden, neden-sonuç diyagramı kullanılarak belirlenir. Şekil-1.3'de de görüldüğü gibi, makinadan kaynaklanan özel nedenin makinanın aşınması olduğu görülür. Bu durumda makinaya müdahale edilir ve söz konusu aşınma giderilmeye çalışılır. Böylece, kontrol dışındaki prosese müdahale edilerek, gerekli düzeltici önlemler uygulanmış ve proses kontrol altına alınmış olur.

GRUPLANDIRMA

- Gruplandırma (stratification) tekniği, verilerin ayrılarak daha kolay anlaşılır duruma getirilmesini sağlar. Örneğin, firmada üretilen ürünlerin makinalara ayrılmasında veya birden fazla vardiya çalışan firmalarda üretilen ürünlerin vardiyalara göre gruplandırılması mümkündür. Bunun dışında, malzeme, makina/araç-gereç, operatör, işletme şartları, zaman, çevre ve iklim gibi faktörlere ilişkin de gruplandırma yapılabilir.
- Söz konusu faktörlere (verilerin özelliklerine) göre gruplandırma, verilere ilişkin sorunun hangi özellikten kaynaklandığının belirlenmesini sağlar:

| | |
|-------------------|--|
| Malzeme | Marka, üretim yeri, imalatçı, parti no |
| Makina/araç gereç | Tip, no., model, yıl |
| Operatör | Adı, ekip, yaş, tecrübe |
| İşletme şartları | Isı, basınç, hat hızı, aydınlanma |
| Zaman | Sabah, öğle, gün, hafta, vardiya no., yemek öncesi/sonrası |
| Çevre ve iklim | Yağmur, kar, nem |

SERPİLME DİYAGRAMI

- Üretilen ürünün kalitesini etkileyen herhangi iki özellik arasında ilişki olup olmadığını belirlemek üzere kullanılan bir yöntemdir.
- Serpilme diyagramı, aslında iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin yönünü ve şiddetini (derecesini) ortaya koyar. Deterministik (kesin) ilişkilerde, iki değişkenin aynı düzlem üzerindeki saçılımı, düzgün bir doğru üzerinde gerçekleşir. Ancak, stokastik (olasılıksal) ilişkilerde, iki değişkenin düzlem üzerindeki saçılımı (serpilmesi) nokta bulutu şeklinde doğruya benzer. Öte yandan, iki değişken arasında aynı yöndeki ilişki "pozitif korelasyon", ters yöndeki ilişki ise negatif korelasyon" olarak ifade edilir.
- Örneğin, iki değişken arasındaki korelasyon katsayısının $r = 0,95$ olması, söz konusu iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin aynı yönlü ve çok kuvvetli olduğunu ifade eder. Bu durumda noktaların serpilmesinin pozitif doğrunun çok yakınında olduğu anlamına gelir. Diğer taraftan, iki değişken arasındaki korelasyon katsayısının $r = -0,36$ olması durumunda, söz konusu iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin ters yönlü ve zayıf olduğu söylenebilir. Bu duruma, noktaların serpilmesinin negatif doğrunun oldukça uzağında gerçekleştiğinin göstergesidir.

KONTROL GRAFİĞİ

- Ürünün gerçek kalite spesifikasyonlarını, geçmiş tecrübelerle dayanarak belirlenen limitlere göre karşılaştırmaya yarayan grafiklerdir.
- Kontrol şemaları bir sorunun varlığını gösterir, sorun hakkında ip uçları verir, ancak sorunun nedenini gösteremez.

KULLANIMI;

- Kontrol edilecek özelliklerin belirlenmesini,
- Arzulana bir ortalama(hedef) değerin saptanmasını ve bu değerin altında ve üstündeki sapmaların ne ölçüde kabul edilebilir olduğunun kararlaştırılması,
- İmalat sürecinin bu sınırlar arasında yürütülmesini ekonomik açıdan gerçekleştirilebilir olduğunun görülmesini gerektirir.

İSTATİSTİK SÜREÇ KONTROL (İSK)/ (İPK) İÇİN HAZIRLIK

- İstatistik süreç kontrol uygulanarak kalite geliştirme hedefleniyorsa yönetimin teknik ve idari yönden bir hazırlık yapması önerilir. Yönetim idari yönden politikasını saptayarak hevesli bir ortam yaratmalıdır. İstatistik süreç kontrol uygulamak başlı başına kapsamlı bir kalite geliştirme projesi konusudur. Bu bakımdan bir proje ekibi oluşturmak ve görevi onlara vermek en iyi çözümdür. Proje ekibi önce pilot çalışmalar ile işe başlayarak bu işi bütün fabrikaya yaygınlaştırmakla görevlendirilmelidir. Özel uygulamalar için alt ekipler de görevlendirilir. İstatistik süreç kontrol bazı sorunları ortaya çıkarabilir. Ancak sorunların neler olduğu ve çözümünü için bir ekip çalışmasına gerek görülebilir Proje ekibi proje süresince (dört ile altı ay) gelişmeleri yönetime ve ilgili birimlere rapor etmelidir. Proje ekibinde üretim, kalite kontrol, planlama ve tasarım departmanlarından elemanlar bulunabilir. Yönetim bu konudaki tutumunu söz konusu tekniklerin eğitimi için bütün kaynakları temin ederek belli etmelidir. Uygulamada belli aşamalara ulaştıkça ilgi ve desteğini devam ettirmeli ve çalışanları teşvik etmelidir.

- Böyle bir programın başarılı olması için elemanların kalite konularına ilgi duyacakları ve çalışmalara katılmak için cesaret duyacakları bir ortam yaratılmalıdır. Böyle bir ortamı yaratabilen yönetim aynı zamanda insan iř gücü kaynağından yararlanmayı en st düzeye yükselterek iř yerinin çalışanlar için daha doyurucu bir yer haline gelmesini sağlayabilir.
- (ISK) için kullanılan çizelgeler esas olarak süreci yöneten operatörler veya işçiler tarafından izlenerek işlenir. Böylece alışana kalitenin durumu hakkında bilgi veren bir ekran açılmış olur. Bu amaçla kontrol çizelgesinin anlamını, amacını ve nasıl işleneceğini açıklayan bir eğitimin ustabaşı veya formenler tarafından verilmesi gerekir.

İSTATİSTİKİ PROSES KONTROLÜ (İPK)

- Veri toplamak,
- Analiz etmek,
- Yorumlamak,
- Çözüm teknikleri getirmek üzere istatistik tekniklerinin kalite sorunlarına uygulanmasıdır.

İPK metotlarının kullanımına ilişkin sorunlar;

- Veri toplama tekniklerinin yetersizliği,
- Veri iletiminden doğan hatalar,
- Verilerin hatalı ve gerçek dışı olması,
- Uygun istatistiksel tekniklerin kullanılmaması,
- Anormal değerlerin kullanılması.

Sorunların aşılabilmesi için özellikle veri toplarken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

- İPK'ünde örnek sayısı örnek alma planları ve sayısına göre belirlenmelidir,
- Örnek seçimi işlemlerinde rastgele seçim işlemi yapılmalı, istatistiksel işlem sonuçlarında objektifliği etkileyebilecek yanlı (tarafli) numune almamalıdır,
- Veri toplama işlemlerinde tecrübeli elemanlar kullanılarak, doğru ve objektif veri toplanmasına özen gösterilmelidir,
- Veri kayıt işlemleri, veri kontrol tabloları kullanılarak yapılmalı ve verilerin düzenli olmasına dikkat edilmelidir.