

İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL ÇALIŞMASI İÇİN BİR METOT

Dr. Selim ZAYİM

Fatih Üniversitesi, İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, Yardımcı Doçent

Abstract:

The purpose of an effective statistical process control is to control process variation and to improve process performance by using valid statistical methods of analyzing data gathered from the process.

Process control study consists of 5 steps. The first step is a selection of an appropriate process. The second step is an examination of the "state of control" of the process to determine whether or not process is statistically under control. The next step is a process capability study which shows whether the remaining variations after carrying out the second step are acceptable and whether the process will generate products and services which match the specified requirements. The fourth step is standardization of the process and maintaining it under control using control chart and other methods. The last step is an improvement of the process.

I-GİRİŞ

İstatistiksel proses kontrolü, muayene yolu ile %100 kalite güvencesinin sağlanamamasından dolayı ortaya çıkmıştır. Burada amaç ürünü kontrol etmekten ziyade, ürünü üreten sistemi yani prosesini kontrol etmektir. Üretilen ürünün özellikleri onu üreten prosesin bir fonksiyonudur. Daha değişik bir ifade ile prosesle ürün arasında bir sebep-sonuç ilişkisi vardır. Eğer tüm proses değişkenleri kontrol altına alınabilirse ürünün özellikleri de kontrol altına alınabilir (1).

İyi bir organizasyon ve yönetim tarafından desteklenen bir istatistiksel proses kontrol metodu ile bilgi, hizmet ve imalat üretimi sağlayabilmek için gerekli olan proses transformasyonu esnasındaki kalitenin kontrolü yapılmaktadır. İstatistiksel proses kontrolü sadece bir araç olmayıp, aynı zamanda kalite problemlerine sebep olan değişkenliklerin azaltılması için bir stratejidir (2). İstatistiksel proses kontrolünün iyileştirilebilmesi için sadece iyi bir istatistiksel proses kontrolünün sağlanması yeterli değildir, bu durum gerçekleşikten sonra prosesin geliştirilmesi gerekmektedir (3). Japonların Kaizen adını verdikleri sürekli iyileştirme bu düşünce ile oluşmaktadır. Sürekli geliştirme (Kaizen) iki aşamalı bir süreçtir.

Birinci aşama prosesin stabil hale getirildiği durumdur. Bu aşamanın safhaları Standartlaştır - Uygula - Kontrol et - Önlem al dır. Bu çevrim sağlanıp prosesde stabilizasyon gerçekleştirildikten sonra prosesde gelişmeyi ve yenilenmeyi sağlayacak olan döngü (Planla - Uygula - Kontrol et - Önlem al) devreye girmektedir. Bu iki çevrim asla sonu olmayan bir döngüdür.

Böyle bir sistemin kurulabilmesi için en üst düzey yöneticiden başlayarak bizzat makine başında çalışan işçiye kadar herkesin sisteme dahil olması ve katkıda bulunması gerekmektedir. Ayrıca pozisyonu ve unvanı ne olursa olsun çalışan herkesin açık yüreklilikle hataları/hatalarını itiraf etmesi gerekmektedir. Ancak bu durumda sistemdeki hatalar tespit edilip iyileştirme gerçekleştirilebilir. Aksi halde, hataları itiraf edebilme cesaretinden yoksun olunan veya korkudan dolayı yapılan hataların gizlendiği kuruluşlarda iyileştirmenin yapılabilmesi imkansızdır.

Gerek imalat gerekse hizmet üretimi olsun her hangi bir kuruluşta kalitenin geliştirilebilmesi üst yönetimden başlar. Bu nedenle üst yönetime büyük bir sorumluluk düşmektedir. Yönetim kademesi arttıkça sistem geliştirme yetki ve sorumluluğu da artmaktadır. Yöneticilere kalite sisteminin kurulması konusunda düşen sorumlulukları ve yükümlülükleri Dr. Deming'in aşağıdaki 14 maddesinde ayrıntılı olarak vurgulanmaktadır (4).

1. Kaynaklarınızı yenileme ve yönlendirmede kısa dönemde elde edeceğiniz gelirleri değil, işletmenizin ve müşterilerinizin uzun dönemdeki beklentilerini göz önüne alın.

2. Kusurlu ürünün belirli bir oran dahilinde kabul edilebileceği şeklindeki modası geçmiş eski düşüncelerinizi bir kenara bırakın.

3. Kalite kontrolde fazla muayeneye dayanan anlayışı terkedin, bunun yerine istatistiksel teknikleri kullanan proses kontrolüne yönelin.

4. Çok miktarlardaki tedarikçilerin sayısını azaltın. Kalite ile ilgili entegre bir değerlendirme olmadan fiyatın tek başına bir değeri yoktur. Tedarikçilerinizi istatistiksel proses kontrolü uygulama konusunda cesaretlendirin.

5. Hataların iki kaynağının biri sistem (%85), diğeri bölümsel hatalar (%15) olmak üzere istatistiksel teknikler kullanarak belirleyin; bu hataların azaltılması için çabalayın. Bunun anlamı, kalite sorunlarının %85'inin yönetimden kaynaklandığı, sadece %15'inin ise çalışanlarla ilgili olduğudur. Dr. Deming son yayınlarında daha da ileri giderek yönetimden kaynaklanan hataları %98, çalışanlardan kaynaklanan hataları ise %2 olarak revize etmiştir.

6. Daha derinlemesine ve ayrıntılara inen eğitim programları düzenleyin.

7. İstatistiksel yöntemler konusunda bilgili gözlemciler yetiştirin. Çözüm için hangi kusurların incelenmesi gerektiğini belirlemek için bu yöntemlerin kullanımını teşvik edin.

8. Açık, iki yönlü ve cezalandırmadan uzak bir haberleşme ortamı yaratarak örgüt içindeki korkuyu azaltın. Soru sorma korkusundan veya rapor hatalarından kaynaklanan parasal kayıplar dehşet verici boyutlara ulaşabilir.

9. Tasarım, satış, satın alma ve araştırma personelini üretimin sorunları hakkında daha çok bilgilendirerek israfın azaltılmasına yardımcı olun.

10. Eğitim ve yönetimin desteği ile birlikte uygulanmadığı süreç, amaçların ve sloganların kullanımından kaçının.

11. İş standartlarının etkisini çok yakından inceleyin. Bunlar kaliteyi önemsiyorlar mı, yoksa sadece kişinin işi daha iyi yapmasını mı sağlıyorlar.

12. Temel istatistik eğitimini geniş çapta uygulayın.

13. Çalışanların bilgi, beceri ve yeteneklerini artırmak için yoğun bir eğitim programı uygulayın.

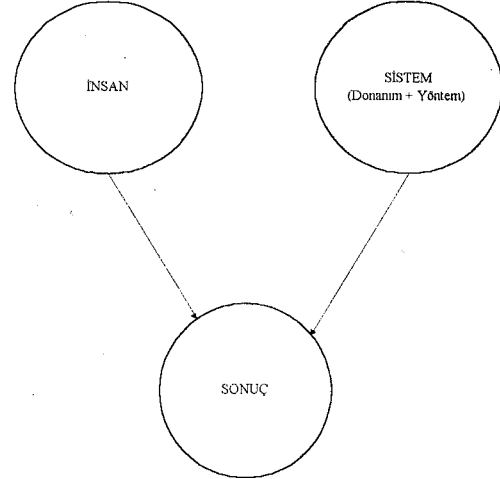
14. Bu çalışmaların üst yönetim tarafından denetlenmesi ve teşvik edilmesi.

Dr. Deming, Dr. Juran, Prof. Ishikawa ve bir çok kalite kontrol uzmanının vurguladığı gibi iyi ve etkin bir

kaliteli üretim için iyi bir sistemin kurulabilmesi gerekir (5).

Sistem denince başlıca üç öge ile karşılaşılmaktadır. Bunlar:

1. Donanım (Teknoloji, araç-gereç, vs.)



2. İnsan kaynağı

3. Yöntem

dir. Bu üç öge insan ve sistem olarak iki kısma indirilebilir.

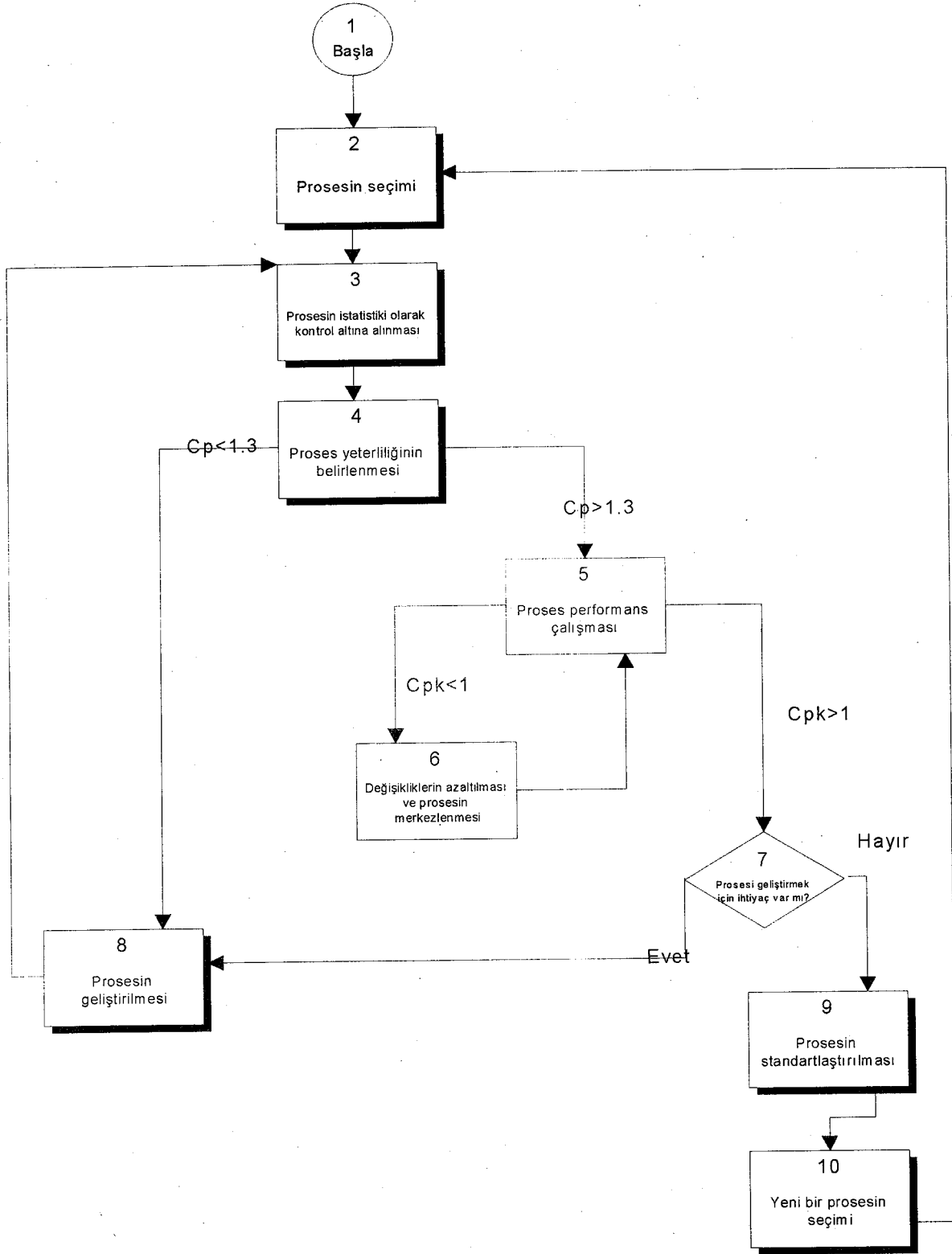
Donanım + Yöntem = Sistem

Dr. Deming'in yukarıda belirtilen 14 maddesinde görüldüğü gibi hataların % 98'lik bir kısmı sistemden kaynaklanmaktadır. Bunun için istatistiksel yöntemlere dayanan bir proses kontrol sisteminin kurulması gerekmektedir.

Genel olarak istatistiksel proses kontrol sistemi beş aşamadan meydana gelmektedir.

1. Prosesin seçimi.
2. Prosesin istatistiksel olarak kontrol altına alınması.
3. Proses yeterlilik çalışması.
4. Prosesin standartlaştırılması.
5. Prosesin geliştirilmesi.

Bu durumu gösteren bir diyagram aşağıda (şekil 1) görülmektedir.



II. PROSESİN SEÇİMİ

Bu adımda eldeki kaynaklar gözönüne alınarak en önemli problem ele alınmalıdır. Bilindiği gibi her kuruluşun en önemli hedeflerinden biri sürekli bir gelişmeyi hedeflemek ve bunun sağlanması için çalışmaktır. Sürekli bir gelişmenin gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak varolan problemlerin çözülmesi gerekmektedir. Genellikle kaynaklar sınırlı olduğundan dolayı hiç bir kuruluş tüm problemlerinin çözümüne aynı anda başlayamayabilir. Bu nedenle en büyük etkiye sebep olan problemin tespit edilmesi gerekmektedir. Bu amaç için pareto analizi yöntemi kullanılmaktadır. Pareto prensiplerine göre proseste en büyük etkiyi yapan problemler bir kaç nedenden oluşur. Böylece bu büyük bir çoğunluğu oluşturan bir kaç neden yok edilerek proses de oldukça büyük bir düzeltme gerçekleştirilebilir.

III. PROSESİN İSTATİSTİKİ OLARAK KONTROL ALTINA ALINMASI

Herhangi bir proses veya sistemin performansını belirlemek için bazı göstergelere ihtiyaç vardır. Bu göstergeler kalite karakteristikleri olarak adlandırılır. İmalat proseslerinde kalite karakteristikleri uzunluk, genişlik, renk, sıcaklık, reddedilen ürün sayısı şeklinde olabilir. Hizmet organizasyonlarında ise bankada yapılan transfer hataları, otellerde yatak doluluk oranı şeklinde olabilir.

Organizasyonlardaki bu kalite karakteristiklerinin incelenmesi ile o organizasyonun amacı hakkında fikir sahibi olunabilir. Bu amaç çeşitli şekillerde olabilir. Örnek olarak satış yüzdesi, pazar payı gibi amaçlar verilebilir. Üretim proseslerinde ise amaç uniform, kontrol edilmiş ve bir periyottan diğerine belirli bir miktardan fazla değişmeyen ürünler üretmektir (6).

Ancak bu durumu gerçekleştirmek her zaman mümkün olmayabilir. Bütün bu kalite karakteristikleri zamana ve yere bağlı olarak bazı değişiklikler gösterebilirler. Bu değişiklikler tayin edilebilen (özel) nedenler ve genel (tesadüfi) nedenler olmak üzere iki şekilde meydana gelir.

Burada kavram olarak önemli bir nokta tayin edilebilen (özel) ve tayin edilemeyen (tesadüfi) nedenlerin ne olduğunun belirlenmesidir. Bu şu şekilde açıklanabilir. W. Edward Deming aşağıdaki şekil 3'de görülen bir huni ve bir mermer yardımıyla tesadüfi nedenleri açıklamıştır. Mermer parçası huninin içinden yerde bulunan hedefe doğru bırakılmıştır. Burada (X) hedef değeri göstermektedir. Mermer parçası hedefe çarptıktan sonra herhangi bir yöne doğru yuvarlanarak durmaktadır. Burada hedef değer proses ortalamasını vermektedir. Mermerin son durduğu nokta ise bitmiş

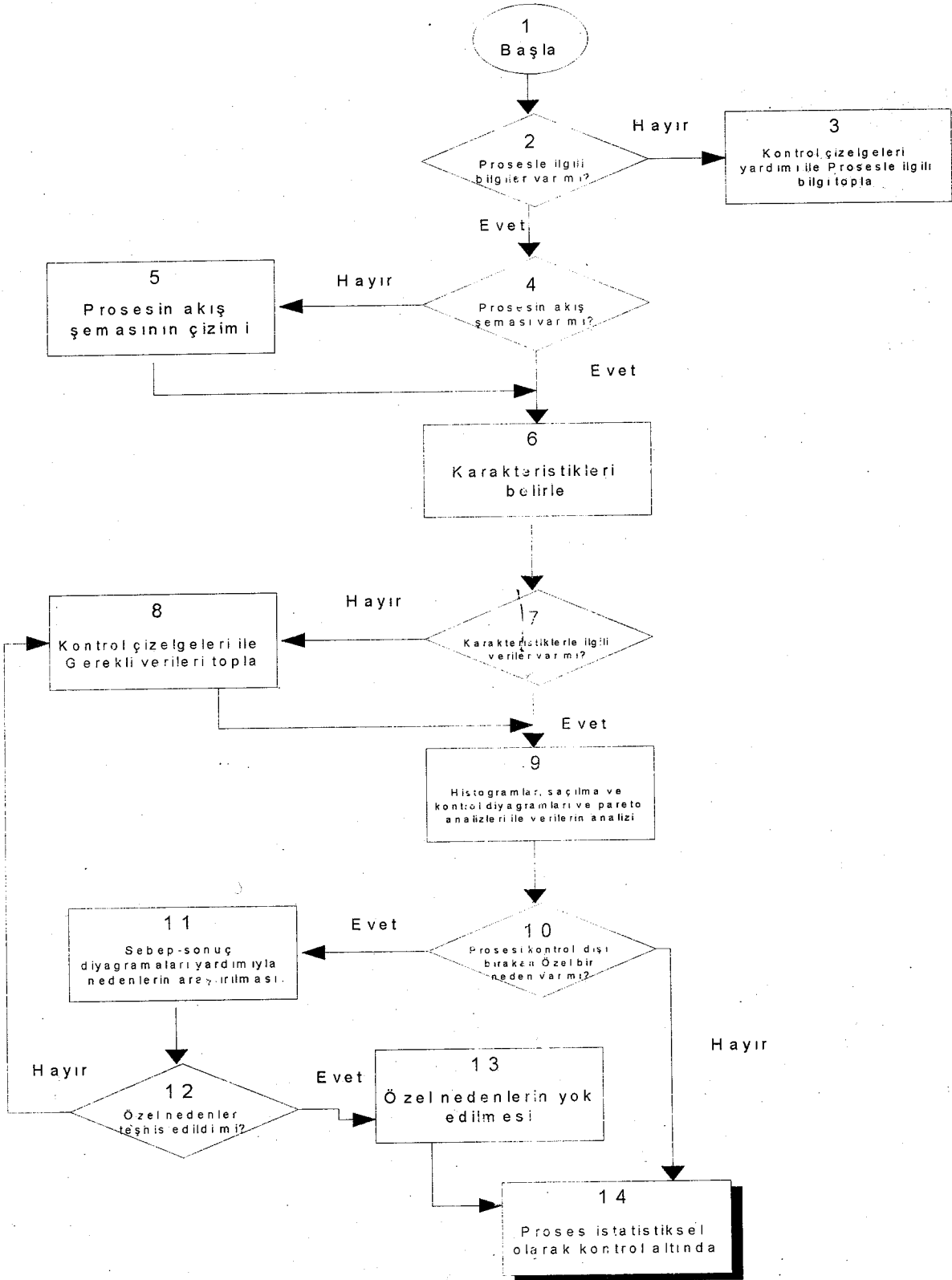
ürünü temsil etmektedir. Aradaki mesafe ise tesadüfi nedenleri ifade etmektedir (7). Özel nedenler yani tayin edilebilen nedenler ise şu şekilde açıklanabilir. Bir kişinin bir hedefe yüz kere atış yaptığı varsayalım. Atışların tamamının hedefin bir parça sağ tarafına isabet ettiği varsayalım. Bu durumda atışlardaki genel eğilime bakarak keşfedilebilir bir neden olduğu söylenebilir. Bu tip nedenlere ise tayin edilebilir nedenler adı verilir (2).

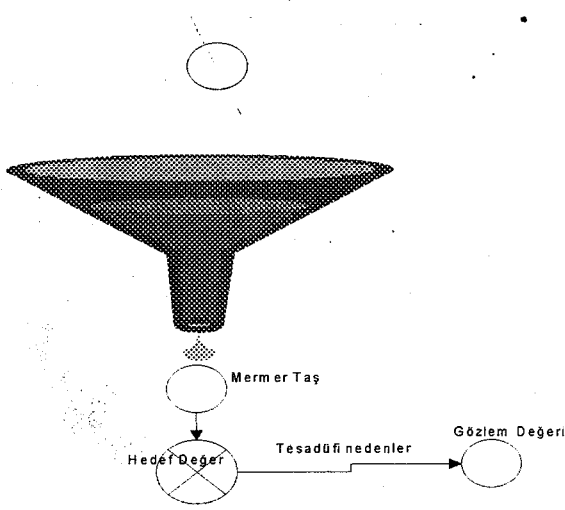
Her imalat prosesinde belirli bir miktarda değişiklik olacaktır. Bu değişiklikler en iyi dizayn edilmiş proseslerde veya en iyi yürütülen proseslerde dahi meydana gelebilir. Değişiklikler kontrol edilemeyebilir ve çeşitli küçük nedenlerden meydana gelebilir. Bu değişikliklere bakarak sistemin stabilitesi hakkında karar verilebilir. Eğer değişiklikler küçük ise proses kontrol altında kabul edilir.

Eğer değişikliklerin tayin edilebilen nedenlerinin varlığı tespit edilebilmiş ise, proses kontrol dışı olarak kabul edilir. Bu değişiklikler, operatör, malzeme veya makine ile ilgili bir veya daha fazla sayıda tayin edilebilen nedenden meydana gelebilir. Bu tip durumlara örnek olarak makinanın arızalanması, makinanın ayarının bozulması veya operatörün rahatsızlığı verilebilir (8).

Bir proses de tayin edilebilen nedenlerden herhangi bir tanesi meydana geldiği zaman, bu durum proses de bir değişikliğe neden olur ve proses kontrol dışı olarak kabul edilir. Bu durum da çıktılarının bazı özellikleri spesifikasyonlara uymayabilir. Geleneksel yedi istatistiksel problem çözme aracının ana amacı, bu şekilde uygun olmayan ürünlerden, çok miktarda üretilmeden önce, bu değişikliklerle ilgili tayin edilebilen nedenleri bulmak ve bu durumun düzeltilmesi için gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır.

Kontrol altındaki bir proses de tayin edilebilir nedenler yok edilmiştir. Proses bir kimliğe sahiptir. Prosesin performansı ile ilgili veya kalite ve maliyetle ilgili olarak bir tahminde bulunmak mümkündür. Planlama için rasyonel bir temel oluşturulmuştur. Ayrıca kontrol altındaki bir proses de değişikliklerin etkisi daha büyük bir hız ve güvenilirlikle ölçülebilir. Bu durumun tersinde ise yani kontrol dışı bir proses de gelecek çıktılar hakkında tahminde bulunmak çok zordur.



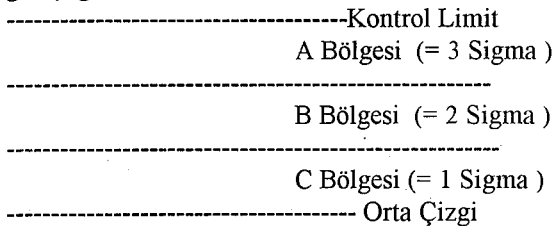


Şekil 3

Bir prosesin kontrol dışı bırakan durumlar genel olarak üç şekilde kendini gösterir.

- 1- Yalnız ortalamalar içinde farklılıklar olabilir.
- 2- Yalnız dağılımlar arasında farklılıklar olabilir.
- 3- Ortalamalar ve dağılımların her ikisinde de farklılıklar olabilir (9).

Prosesin kontrol altında olup olmadığını analiz etmek için bir çok yöntem vardır. Bu yöntemler Western Electric (şimdi AT&T), Lloyd Nelson, Eugene Grand ve Richard Leavenworth tarafından geliştirilmiştir. AT&T kuralları göz önüne alındığı zaman kontrol diyagramının yalnızca bir yarısı incelenmektedir. Yani kontrol limitlerinden bir tanesi ile ortalama çizgisi arasındaki alan kabul edilmektedir. Bu kısım üç eşit parçaya bölünmüştür ve bu bölümlere şekilde görüldüğü gibi A, B ve C bölgesi denilmektedir. Her bir bölge bir sigma genişliğindedir (10).



1-Bir tek noktanın kontrol limitlerinin dışında olması.

2-Ard arda üç noktadan ikisinin A bölgesi içine veya daha ötesine düşmesi durumu.

3-Ard arda beş noktanın dört tanesinin B bölgesi içine veya daha yukarıya düşmesi.

4-Ard arda sekiz noktanın C bölgesi veya daha yukarıya düşmesi durumunda kontrol dışı bir durum oluşur. Ancak burada sekiz noktanın her birinin orta çizginin aynı tarafında olması gerekir.

Bu yukarıda sayılan kurallar dışında bir prosesin kontrol dışı olarak kabul edilmesine neden olan bazı örnek grupları vardır. Bunlar trendler, çevrimler, karışımlar, seviyedeki ani değişiklikler, tabakalandırma ve sistematik değişimlerdir.

IV. PROSES YETERLİLİĞİNİN TEST EDİLMESİ

Bir prosesin istatistiksel olarak kontrol altına alınmasından sonraki adım prosesin istenilen ihtiyaçları karşılayabilme yeterliliğinin olup olmadığının test edilmesidir. Yani üretilen ürünlerin spesifikasyonlara uygunluğunun denetlenmesidir. Bunun için proses yeterlilik analizine ihtiyaç bulunmaktadır (2)

Bir prosesin yeterliliğini değerlendirebilmek için üç ana tanımlamanın yapılması gereklidir. Bunlar:

- Spesifikasyon Limitleri
- Prosesin doğruluğu (accuracy)
- Prosesin kesinliği (presicion)

Bir proses yeterlilik analizi, tesadüfi nedenlerin etkisi ile prosesin doğruluğu ve kesinliği ile ilgili değişiklikler ile önceden belirlenmiş olan spesifikasyonların bir karşılaştırılmasıdır. Proses yeterlilik analizi, proses yeterlilik çalışması ve proses performans çalışması olmak üzere iki safhadan oluşmaktadır.

C_p : Proses yeterlilik analizi prosese etki eden bir genel neden olup olmadığını araştırır. Bir proses de genel nedenlerden dolayı meydana gelen değişikliklerin genişliği altı standart sapmaya eşit olarak kabul edilir. Eğer dağılımın normal olduğu kabul edilirse, altı sigma genişliği incelenen değerlerin %99.7 lik bir kısmını kapsamaktadır. Dolayısıyla önceden belirlenmiş olan spesifikasyonlar içinde üretim yapabilmek için normal dağılım eğrisinin genişliğinin üst ve alt spesifikasyon limitleri arasındaki uzaklıktan daha az olması gerekmektedir.

Proses yeterlilik indeksi ;

$$C_p = \frac{USL - ASL}{6\sigma}$$

olarak formüle edilmektedir.

Eğer Cp değeri 1 den daha az ise prosese etki eden genel değişikliklerin genişliği önceden belirlenmiş olan tolerans sınırlarından daha büyük demektir. Daha değişik bir ifade ile proses de kesinlik (Precision) yoktur denir.

Proses yeterlilik indeksi için 1.33 değeri uygun bir değer olarak kabul edilmektedir. Bu değerde prosese etki eden genel nedenlerin kabul edilebilir düzeyde oldukları kabul edilir. Bu aşamadan sonra ikinci bir inceleme prosesin merkezlenmesi ile ilgilidir.

Cpk : Üst spesifikasyon ve alt spesifikasyon değerleri arasındaki farkın 12 sigma olduğu varsayımında Cp değeri 2 olur. Bu durumda dahi gözlem değerlerinden bazıları tolerans limitleri dışında olabilir. Bu durum proses de bir merkezlenme problemi olduğunu ortaya koymaktadır. Proses performans ölçümü özellikle uzun dönemli olarak bir prosesin potansiyel yeterliliğinin tespiti için gereklidir (11).

Cpk değerinin 1 den daha küçük olması durumunda çan dağılımının genişliği spesifikasyon limitlerinden bir tanesini aşmaktadır. Bu durumda proses yeterli olarak kabul edilemez. Cpk değerinin 1 den büyük olduğu durumlar kabul edilebilir olarak belirlenmiştir.

$$Cpk = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \text{ veya } \frac{\bar{X} - ASL}{3\sigma}$$

daha küçük olan değer kabul edilir.

Yeterli olarak kabul edilen bir proses de prosesin doğruluğu ve kesinliğinin her ikisinin de gerçekleştirilmiş olması gerekmektedir. Ancak proses yeterli olsa bile her zaman proses de bazı değişiklikler oluşacaktır. Bu nedenle her zaman proses de geliştirilecek bir kısım bulunacaktır.

V-PROSESİN STANDARTLAŞTIRILMASI

Bu aşamada, kontrol altına alınmış bir prosesde bu durumun sürekliliği sağlanmaya çalışılır. Bu amaç için en çok kullanılan araçlar kontrol diyagramlarıdır. Kontrol diyagramları vasıtasıyla proses operatörler tarafından sürekli olarak izlenerek proses de kontrol dışı bir durumun oluşup oluşmadığı tespit edilir.

Bir prosesin çok sık ayarlanması da pratikte prosesdeki değişiklikleri azaltacağına tam tersine artırıcı bir etki yapabilir. Gene mermer örneğine dönülürse, operatör ikinci denemeyi yapmadan önce mermeri hedefe isabet ettirebilmek için huniyi biraz oynar ve ardından mermeri huninin içinden bırakır. Ancak bu defa mermer daha farklı bir yere doğru gider. Aynı durumu

tekrarladıkça mermerin hedeften sürekli uzaklaştığı görülür.

Kontrol diyagramları istatistiki yöntemler vasıtasıyla operatöre ne zaman ayarlama yapılacağını veya ne zaman müdahale yapılmayacağını gösterir ve adeta bir trafik lambası görevi görmektedir. Yeşil ışık prosesin hiç durdurulmadan yani hiç bir ayar yapılmadan devam edileceğine işaret eder. Bu durum prosesdeki değişikliklerin sadece tesadüfi nedenlerden kaynaklandığını göstermektedir. Kırmızı ışık ise proses de kesinlikle tayin edilebilir bir özel neden olduğunu gösterir.

VI-PROSESİN GELİŞTİRİLMESİ

İstatistiksel proses kontrolün amacı, kaliteyi bozan nedenleri bulmak, yani proses de varolan özel ve tesadüfi nedenleri tespit etmek ve onları ortadan kaldırarak standart bir üretimin gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Ancak bazı durumlarda özellikle tesadüfi nedenleri tespit etmek veya tespit edilmiş olsa bile yok etmek oldukça pahalı veya imkansız olabilir. Bu durum karşısında uygulanan yöntem proses tasarımıdır. Proses tasarımı üç aşamada incelenmektedir. Bunlar,

1. Sistem tasarımı
2. Parametre tasarımı
3. Tolerans tasarımı

aşamalarıdır (12).

Taguçi'ye göre ürünün kalitesini iyileştirmede en belirleyici çalışmaların yapılabileceği aşama, hem ürün hem de proses tasarımı için parametre tasarımıdır. Ürün parametre tasarımı, ürün parametrelerinin, malzeme, formülasyon değerleri, çeşitli boyutlar, yüzey özellikleri gibi optimal değerlerinin belirlenmesi anlamına gelmektedir. Parametre tasarımı amaç, üründe ortaya çıkabilecek farklılığı asgariye indirerek, ürünün hem imalat, hem de hayat boyu maliyetini azaltmaktır.

Proses parametre tasarımı, kontrol edilebilen imalat proses parametreleri (hat hızı gibi çeşitli hızlar, sıcaklık, basınç) için optimal düzey ve ayarların belirlenmesi anlamında kullanılmaktadır. Her iki parametre tasarımı da amaç, üründe ve prosesde, hedef değerden farklılık yani kalitesizlik yaratan ve kontrol edilemeyen faktörlere karşı, kontrol edilebilen faktörlerin değerlerini optimal seçerek ürün ve prosesdeki değişiklikleri en aza indirmektir. Taguçi bu amaçla yapılan ürün ve proses tasarımına robüst tasarım demektedir. Burada robüst, kontrol edilemeyen faktörlere, örneğin nem, toz, ısı gibi çevre koşullarına, müşteri kullanımındaki farklı uygulamalara ve

malzemedeki farklılıklara karşı duyarsız, yani onlardan etkilenmeyen, ürün ve proses anlamında kullanılmaktadır.

Robüsts tasarım ile kalitesizlik yaratan ve kontrol edilemeyen bir faktörün etkisi, kontrol edilebilen başka bir faktörün ayarlanması sonucu azaltılmaktadır. Deney tasarımı bu amaçla kullanıldığında maliyeti arttırmadan kaliteyi iyileştirmek mümkün olabilecektir.

VII-SONUÇ

İstatistik tekniklere dayalı bir proses kontrol sisteminin kurulması ve bu sistemin yürütülmesi ürün kalitesini ve verimliliği arttıracak gibi maliyetlerde bir azalma, fire ve iskonta oranlarında eksilmeleri sağlayacak, Tekrarlı işler azalacak ve firma en önemli hedefi olan tatmin edilmiş müşteri sayısını arttıracaktır.

Bir prosesde hatalardan sakınmak ve mükemmelleşmek için "*Yaptığın işi bir defada ve doğru olarak yap*" felsefesinin hedeflenmesi gerekmektedir. Böyle bir yaklaşım ile tedavi hekimliğini bırakıp koruyucu hekimliğin başlaması yani hataların olduktan sonra değil olmadan önce tespit edilip ortadan kaldırılması sağlanabilecektir.

Bütün bunların yapılabilmesi ise üst yönetimin desteği ve kalite geliştirme çabalarına katılması ile gerçekleşebilir. Kalite geliştirme çabalarına katılması ile gözönüne alındığında, her işletme kaliteyi ana amaç olarak benimsemek ve sürdürmek zorundadır. Üst yönetim karlar konusuna ne kadar zaman ayırıyorsa kalite konusuna da aynı önemi vermelidir. Bu sadece amaçların belirlenmesi ile değil, etkin incelemeler ve daha önemlisi sürekli bir gelişme prosesi oluşturulması ile sağlanır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- [1]-Prof. Dr. İbrahim Kavrakoğlu. Kalite Güvencesi ve ISO 9000. Kalder yayınları, 1996.
- [2]-Oakland John S ; Followel Roy F. Statistical Process Control. 1992.
- [3]-Oakland John S. Total Quality Management. Nichols Publishing Company. 1989.
- [4]-Masaaki Imai. Kaizen "The Key to Japan's Competitive Success". McGraw-Hill. 1986.
- [5]-Deming, W.E. Out of Crisis. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.

- [6]-Prof. Dr. İbrahim Kavrakoğlu. Toplam Kalite Yönetimi. Kalder yayınları, 1996.
- [7]-Peter D. Shainin. The Tools of Quality , Part III : Control Chart. Quality Progress. August 1990. Sayfa 79-82.
- [8]-Zayim Selim. Bilgi Temelli bir Kalite Kontrol Uzman Sisteminin Kurulması ve bir Uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi. 1994.
- [9]-Grand Eugene L ; Leaven Worth Richard. Statistical Quality Control. McGraw-Hill, 1988, sayfa 87.
- [10]-Charlotte, N.C., AT&T Statistical Quality Control Handbook. Delmar Printing Company. 1985.
- [11]-Frank, X. Cantello ; John E. Chalmers ; James E. Evans. Evolution to an Effective and Enduring SPC System. Quality Progress. February 1990. Sayfa 61-65.
- [12]-Prof. Dr. Mete Şirvancı. Kalite için Deney Tasarımı. "Taguçi Yaklaşımı". Literatür yayınları. 1997.