

KONFEKSİYON SANAYİNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR İŞLETMEDE İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL TEKNİKLERİ İLE ÜRÜN HATALARININ ANALİZ EDİLMESİ

Cengiz DURAN,
Yrd. Doç. Dr. Dumlupınar Üniversitesi,
İİBF, İşletme Bölümü
cduran@gmail.com.tr

Aysel ÇETİNDERE
Öğr. Gör. Balıkesir Üniversitesi
Dursunbey MYO,
Tekstil Teknolojisi Programı
acetindere@balikesir.edu.tr

ÖZET

Bu araştırmada, konfeksiyon sanayinde faaliyet gösteren bir işletmede üretilen elbise modeline ait hata analizleri ve bu hataların çözümlenmesi istatistiksel proses kontrol teknikleri vasıtasıyla yapılmıştır. İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) tekniklerinden; kontrol çizelgeleri, pareto analizi, kontrol grafikleri, sebep- sonuç diyagramı ve gruplandırma tekniği kullanılmıştır. Yapılan çalışma 6 aylık bir süreci kapsamaktadır. Üretimde gerçekleşen hatalar kontrol çizelgesinde oluşturularak bu hataların çözüme yönelik öncelik sıralaması pareto analiziyle gösterilmiştir. Kontrol grafiklerinden uygulamamızda kullanabileceğimiz p kontrol grafiğiyle de üretimin kontrol altında olup olmadığı incelenmiştir. Hataların nedenlerini sorgulamak ve çözüme daha kolay ulaşabilmek için neden-sonuç diyagramı çizilerek gruplandırma tekniğiyle birlikte bu diyagram üzerinden çözüme yönelik öncelikli olarak irdelenmesi gereken hususlar ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Konfeksiyon, İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri

ABSTRACT

In this study, produced in the garment industry operating a business suit and error analysis of this model belongs to the analysis of the errors were made through statistical process control techniques. Statistical Process Control (SPC) techniques, control charts, Pareto analyses, control charts, cause-effect diagram and grouping technique was used. The work includes a 6-month period. Errors that occur in production control charts for the solution of this error by creating the priority ranking of Pareto analysis are shown. Production process is analysed by the help of p control charts which is one of the control charts. For the purpose of detecting the errors' reasons and reaching the solution easily grouping and effect diagram can be drawn with the technical solution for this diagram, primarily over matters that need to be discussed have been addressed.

Key Words : Apparel, Statistical Process Control Techniques.

1. Giriş

Çeşitli mesleki yayınlarda, endüstride ve günlük yaşantımızda kalite ve bununla ilgili konularda bir kavram birliğinin bulunmadığı derhal göze çarpmaktadır. Örneğin, bir kişi kaliteli mal deyimi ile mamulün fiyatının yüksekliğini, başka bir kişi ise sağlamlığını ifade etmeye çalışır. Bir fabrikanın laboratuvarında elindeki malzemeye dayanıklılık deneyi uygulayan teknisyen yaptığı işin kalite kontrolü olduğunu düşünebilir. Bir işletmede etkili bir kalite kontrol sisteminin kurularak uygulanabilmesi

her şeyden önce en vasıfsız işçiden genel müdüre kadar tüm personelin kavramlar konusunda birleşmesi ile gerçekleşir (Kobu, 2010, s.544).

Kalite, belli bir ürünün mükemmellik seviyesi olarak tanımlanabilir. Kaliteyi bir “mükemmellik ölçeği” üzerinde göstermek istersek “yüksek kalite” bu ölçeğin en üst ucunda, “düşük kalite” de en alt ucunda yer alır. Bu genel kalite kavramı çeşitli etkenlerden meydana gelir. Aynı ürün bazı etkenlerin ölçeğinde iyi sonuçlar elde ederken bazılarında da düşük sonuçlara varabilir. Bu etkenlerin her biri için yapılan değerlendirmelerin toplamının ortalaması alınarak ürünün kalitesini gösteren bir sonuç elde edilir. Burada, kalitenin bazı bakımlardan sayılara vurulabilmesine rağmen bazı bakımlardan ise ölçülmesinin hiçbir şekilde mümkün olmadığına işaret etmek gerekir (Lowe, 1972, s.41).

Kalite kontrolü konusunda ortaya konan tüm titiz çalışmalara rağmen, mamul mallarda bazı yapım hatalarının ortaya çıkması olasıdır. Bu nedenle üretim birimi yöneticisi ve kalite kontrol uzmanları bir yandan, hata çıkma olasılığını miktar olarak azaltmaya çaba gösterirken, öte yandan şu hususlara da dikkat etmelidirler (Can vd., 2001, s.s. 250–251).

- Kalite kontrol standartları ile işletme hedefleri arasında uyumun sağlanması,
- Her üretilen ürün için kârı en üst düzeye çıkaran optimum bir kalite düzeyi olduğunun bilinmesi,
- Nihayet kalite kontrolünde mamul denetimi kadar, çalışan insanlarında işbirliğini sağlayıcı önlemlerin (örneğin çalışanların eğitimleri, çalışma koşullarının iyileştirilmesi vb. gibi), mamulün kalite standardını koruyucu rol oynadığının kabul edilmesi gerekir.

Bir üretim süreci içinde teknoloji, makineler ve işçiler aynı olmasına rağmen üretilen her ürün aynı değildir. Aslında üretilen her bir ürünün aynı olması beklenir (umulur), fakat gerçek hayatta aynı olmadığı görülür. Üretimde kullanılan araçlardan bir kaçını mükemmel kullanılsa bile diğerlerinin kullanımında düzeltmeler, bakım ve uygun olmayan durumlarla ile karşılaşılır. Neden ürünlerde bu farklılıklar vuku buluyor? Ürünün performans özelliklerinde değişime sebep olan faktörleri nasıl bulabiliriz ve nasıl bunları elimine edebiliriz yada minimum seviyeye indirebiliriz? Sorularına verilen cevaplar ürün kalitesinin iyileştirilmesine sebep olacaktır. Ürünün kalitesi, ürünün spesifik özelliklerinin toplamı olarak görülebilir, bu özelliklerden gerekli olanların tahmin edilmesindeki ihtiyaç, ürünün amacına uygun olup olmadığı sorusuna cevap arar. Her bir ürün, spesifik fonksiyonel özelliklere sahiptir ve bunlar ürünün performans özelliği olarak bilinir. Performans değerlerinden beklenen değerler, spesifikasyonlar yada standartlar olarak adlandırılır. Bu performansta, hedeflenen değerdeki sapmalar toplumda zarara sebep olur. Bu zararlar finansal olarak yada müşterinin tatminsizliği şeklinde görülür. Buda firmanın kötü ün yapmasına ve uzun zamanda pazar kayıplarına yol açar (Vuchkov and Boyadjieva, 2001,s.1).

Konfeksiyon sanayi ülkemizde; gerek üretimdeki payı gerekse çalışan personelin oranı açısından bakıldığında oldukça önemli bir yere sahiptir. Konfeksiyon sanayinde bir ürün ortaya koyarken birden fazla parçanın bir araya getirilmesi söz konusudur. Örneğin gömlek üretiminde yaka, cep, manşet gibi çalışmalar bir araya getirilerek bir bütün oluşturulmaktadır. Bu nedenle de işlem adımlarının sayısı artmaktadır. Konfeksiyon sanayinde işlem adımlarının çok olması bu işlemlerin

kontrolünün ne derece önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çalışmamızın konusu üretim yapan bir konfeksiyon işletmesinde belirli bir ürün üzerinden gidilerek genel hataların kalite iyileştirme tekniklerinden istatistiksel süreç kontrolü tekniğiyle analiz edilmesi ve bu hataların kaynaklarının araştırılması şeklinde sınırlandırılmıştır.

2. KALİTE İYİLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Ürünün performans özelliklerindeki değişimin sebebi üretim süreçlerinde iki çeşit değişkenden kaynaklanır. Bu değişkenlerden biri rastgele değişkenlerdir, bunlar tek başına tesadüfi olurlar. Diğer değişken ise saptanabilir değişkenlerdir, Bunların üretim süreci içinde spesifik oluşum nedenleri vardır. Gerçekte rastgele olan değişimler süreçlerde her zaman bulunabilirler. Bunlar minimum derecede ürünlerin performans özelliklerinde değişime sebep olurlar. Üretim /işlemler sürecinde rastgele değişim yok edilemez iken saptanabilir değişkenler yok edilebilir. Saptanabilir değişkenler olmaksızın üretim sürecinin çalıştırılması “ istatistiksel süreç kontrolü olarak” ifade edilir. İstatistiksel süreç kontrolde genellikle sürecin “ kontrol altında” tutulması olarak kısıtıldığı görülmektedir. Kısaca istatistiksel süreç kontrolünün amacı, üretim sürecinde bulunan saptanabilir değişkenleri bulup yok etmek şeklinde belirtilebilir. Rastgele ve saptanabilir değişim sebeplerinin farklılıkları Tablo’1.de gösterilmiştir (Bivking and Grayna, 1979, s.s. 23-2.--23-4.);

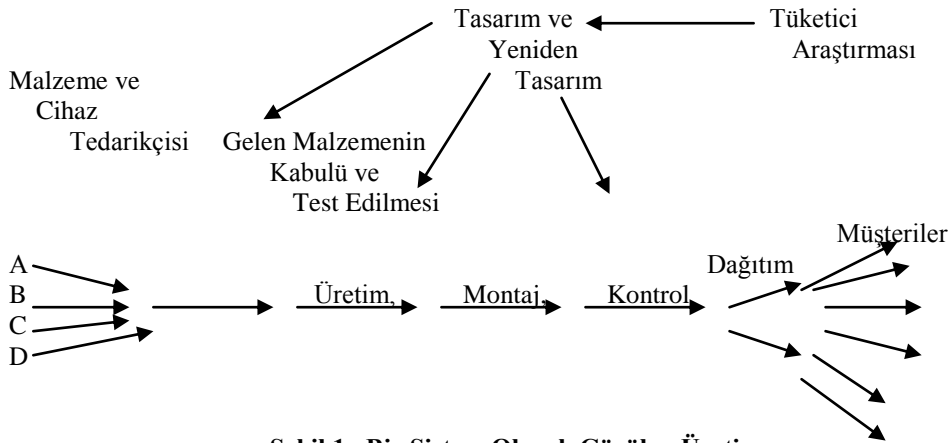
Tablo1: Rastgele ve Saptanabilir Değişim Sebeplerinin Farklılıkları

Rastgele Değişimlerin Sebebi	Saptanabilir Değişimlerin Sebebi
Birçok değişik sebepleri içerebilir	Bir yada az sayıda değişik sebepleri içerebilir
Rastgele sebepler bir kaç dakikalık değişimlerden kaynaklanır. Örnek olarak insan değişikliklerinde makinelerin kontrol ayarlarının yapılması, makinelerde meydana gelen az sarsıntı, ham maddelerden meydana gelen az değişkenlik.	Saptanabilir sebepler uzun zamandaki değişimin sonucundan kaynaklanır. Operatörün makineyi yanlış hazırlaması, hatalı hammaddenin üretime verilmesi.
Rastgele değişimlerin süreçlerde elimine edilmesi ekonomik değildir.	Saptanabilir değişkenler bulunabilir ve bunların sebeplerinin yok edilmesine ilişki geliştirilen hareket planlarına ekonomik olarak katlanılabilir.
Yalnızca bir rastgele değişim bulunuyor ise, süreç en iyi şekilde çalıştırılıyor demektir; hatalı ürün üretimi hala devam ediyor ise, temel üretim süreçlerinde bir değişiklik yapılmalı yada mevcut hataları düşürmek için ürünün spesifikasyonlarında bir değişime gidilmelidir.	Eğer saptanabilir değişkenler süreçte bulunuyor ise süreç en iyi şekilde çalıştırılmıyor demektir.
Yapılan gözlemlerde süreç kontrol limitleri içinde ise rastgele değişimler ile ilgili bir düzeltmeye gidilmez	Kontrol limitleri gözlenerek değişkenliğin sebepleri araştırılmalı ve düzeltilmelidir.

Çoğu yönetici kalite güvencesi sistemlerine sahip olduklarında, kalite problemlerinin üstesinden geldiklerini yada kalite iyileştirmesini yeterince iyi yaptıklarını düşünürler. Oysa onlar kalite ile ilgili problemlerin henüz başladığını bilmemektedirler. Yeni bir kalite güvence sistemi işletmenin faaliyetlerine uygulandığında, problemlerin uzun bir zaman dilimi içinde keşfedileceğinin ve bunlara ait iyileştirmelerin ancak bu şekilde yapılacağı bilinmesi gerekir. Hatta bu aylarca ve yıllarca faaliyetler gerçekleştikçe görülür. İyi bir kalite güvence programı işletmenin iyileştirme yapacağı alanları gösterir. İyi bir yönetici ise doğru kararlar ile kalite güvence sistemlerinde iyileştirmeyi devam ettirebilir. Kaliteye, yönetim davranışları açısından bakıldığında Japon ve Batı yöneticileri arasında temel farklılıklar görülür.

Batı yönetim tarzına göre herhangi bir şey bozulmadan, onarılmaz. Diğer bir ifade ile batılı yöneticiler teknik bakım ve fonksiyonel faaliyetler üzerine odaklanmıştır. Hâlbuki Japonlar iyileştirme üzerine odaklanmıştır. Kalitenin iyileştirme üzerine odaklanması önleyici yönetsel görevler üzerine oturur. Bu yaklaşım basitçe mevcut problemlerin çözülmesiyle ve rekabetsel tehditler sonucu oluşmamıştır (Evans and Lindsay, 1993, s. 233).

Deming üretimi bir sistem olarak ele alarak kalite iyileştirmesini açıklamıştır. Bu sistemde kalite iyileştirmesi gelen malzemelerden müşteriye kadar tüm üretim hattını kapsadığı gibi gelecekte ürün ve hizmetlerin tasarlanmasını da içerir. Tüketici, üretim hattının en önemli unsurudur. Çünkü kalite yada kalite iyileştirmelerinin temel hedefi, müşterinin ihtiyaç ve beklentilerini karşılamaktır (Deming,1998, s.4).



Şekil 1. Bir Sistem Olarak Görülen Üretim

Bu şekilde döngü ürün yada hizmetlere ilişkin fikirlerle başlar. Müşterinin ihtiyacı nedir? Bu soruya verilecek tahmini cevaplarla mal ve hizmetlerin tasarımına geçilir. İşletme için yeterince büyüklükte Pazar varmı? Sorusuyla da bu döngü devam eder. Müşterilerin ellerindeki ürünlerle ilgili gözlemde bulunulması gerekir, bu yeni ürün tasarımlarına yada yeni ürün fikrinin oluşmasına neden olur. Bu döngü tasarım ve yeniden tasarım şeklinde devam eder..

Kalitenin iyileştirilmesi müşterinin gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik araştırmalar ile başlar. Ürün yada hizmetin tasarım yada yeniden tasarım aşamasındaki temel amaç, müşteri ihtiyaç ve beklentilerinin daha iyi karşılanması

şeklindedir. Ürün yada hizmet üreten süreçler tasarlanır. Bu süreçleri, ürün yada hizmetin bir ihtiyacı karşılması açısından beş aşamaya ayırabiliriz (Moen, vd.,1998, s. 4);

1. Yeni ürün yada hizmetin tasarlanması.
2. Var olan ürün yada hizmetin tasarlanması.
3. Yeni süreçlerin tasarlanması.
4. Var olan süreçlerin yeniden tasarlanması.
5. Sitemin bir bütün olarak iyileştirilmesi.

Bu beş aktivite örgütün değişik fonksiyonları tarafından yürütülmektedir. Ortak bir amaca yönelik çabaların koordine edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle departmanlar arasında işbirliğine ihtiyaç vardır. Böylelikle araştırmadan, tasarımdan, satıştan ve üretimden gelen kişilerin oluşturduğu bir takım kurulmalıdır. Örgütün bütün fonksiyonlarında yapılan çalışmaya ise müşteri ihtiyaç ve beklentileri yol göstermelidir.

Örgütte kalite iyileştirmesine odaklanan yapının kurulması için iyileştirme ile ilgili alt yapının kurulması gerekir. Alt yapıda ilk önce örgütün bir sürecinde kalite iyileştirmesi için seçilmiş bir proje olmalı, bu projeye yönelik görevlendirmeler yapılmalı, sürekli iyileştirme takımı kurulmalı ve onlara gerekli eğitim verilerek desteklenmelidir. Bundan sonra iyileştirmeye yardımcı olacak ek faaliyetler aşağıda sıralanmıştır (Grayna, 2001, s.s. 95-96);

1. İyileştirme fırsatlarının tespiti için değerlendirme çalışmalarında enformasyonun kullanılması gerekir. Bu değerlendirme zayıf kalite maliyetleri, pazar araştırması sonucunda elde edilen müşteri tatmini, müşteri bağlılığı ve kalite kültürü ile birlikte daha geniş bir perspektiften bakılabilir; bu konu ürünlerin spesifikasyonlara yada standartlara uygunsuzluğuna kadar devam eder.
2. İyileştirme şartları etkinlik, etkililik, adapte edilebilirlik ve üretim zamanını içermelidir.
3. Radikal iyileştirmeler mümkün ise devamlı yapılmalıdır.
4. Bütün kalite iyileştirme araçları ister teknik ister davranışsal yada basit veya karmaşık olsun uygulanmalıdır. Bir iyileştirme projesinden bazı kazançlar sağlandığı zaman diğer yapılacak iyileştirme projelerinin ilkinde göre daha derinlemesine analize ihtiyaç duyulduğu bilinmelidir. Çünkü ilk projede pastadaki kremanın en üst düzeyi alınmıştır. Bundan sonraki projede ise daha derinlemesine analiz ve uygulamaların yapılacağı unutulmamalıdır.
5. İyileştirme enformasyonu için bir veri tabanı oluşturulmalıdır. Projenin başlangıç aşamasında, devam eden yada bitmiş iyileştirme projelerine bir göz atılması önemlidir. Göz atma ile daha önceki iyileştirmelerde nelerin yapıldığı ve nelerin yapılmadığı belirlenerek yeni projeye yol gösterici niteliği olacağı açıktır. Diğer aşamalarla iyileştirmeye devam edilir.

Kalite iyileştirme teknikleri bağlamında ele alınan tüm yöntemlerin odağında müşteri memnuniyetini sağlamak vardır. Diğer bir ifade ile işletme başarısını garanti altına almaya yönelik olarak kullanılan bu teknikler, hata ve başarısızlıklar ortaya çıktıktan sonra (reactive yaklaşım) yok etmek yerine hata ve başarısızlıklar ortaya çıkmadan (proactive) önlemeye yönelik yaklaşımlardır. “Kalite ürün ile birlikte tasarlanmalı ve sürekli iyileştirilmelidir” anlayışıyla ifade edildiği gibi; kalite geliştirme çabaları sadece ürünle ilgili teknik çizimler ile sınırlı değildir. Bu yaklaşıma göre kalite,

ürün fikrinin oluşumundan, ürünün müşteriye ulaşmaya kadar tüm aşamaları kapsamalıdır. Tüm bu evreler sistematik ve planlı bir yaklaşım ile ele alınmalı ve kalite iyileştirme teknikleri kullanılarak oluşabilecek sorunlar en alt seviye çekilmelidir. Genelde, kalite tekniklerini dünya pazarında liderliği elinde tutan işletmelerin kullandıkları görülmüştür. Bu tekniklerin başlıcaları aşağıda verilmiştir (Taptık ve Keleş, 1998, s.108);

- Kalite Fonksiyonlarını Geliştirme(KFG) (Quality Function Deployment),
- Olası Hata Türü ve Etkisi Analizi (OHTEA) (Failure Modes and Effect Analysis),
- Hata Ağacı Analizi,
- Deneysel Tasarım,
- İstatistiksel Süreç Kontrolü,
- Toplam Kalite Yönetimindeki Sürekli İyileştirme (Plan, Do, Check, Act) (Planla, Uygula, kontrol Et, önlem Al) (Moen, Nolan Provost,1998, s.s. 8-12),
- Altı Sig'madaki İyileştirme Tekniği (Define, Measure, Analysis, Improve, Control) (DMAIC) (Tanımla, Ölç; Analiz Et, İyileştir ve Kontrol Et) (Oakland, 2008, s.s. 362-365).

Deming kalite iyileştirme ile ilgili temel sorumluluğu üst yönetime vermiştir. Ona göre, üretim süreçlerinde oluşan hatalı üretime ve verimsizliğe neden olan sistemdir. Sistem üzerinde iyileştirme çabalarını yapmak ise çalışanlardan yada işçilerden daha çok yönetimin sorumluluğundadır. Çünkü üretilecek ürünün tasarımından, üretimde kullanılacak araç ve gereçlerden ve çalışanların görev alanlarının belirlenmesinden ve motivasyonuna kadar her şeyden yönetim sorumludur. Bu nedenle üst düzey yönetime iyileştirmeye ilgili eğitim verilmesi gerektiğini savunmuştur (Üreten, 1998, s. 412).

Toplam kalite yönetimi” planla, uygula, önlem al ve kontrol et” diye bilenen Deming döngüsünü kullanarak süreçlerin sürekli iyileştirmesi üzerine kurulmuştur. Bu döngüde planlamada mevcut durumun analiz edilmesiyle iyileştirme yapılacak alanlar belirlenir. İkinci adımda, yapılacak iyileştirmeler için uygun çözümler geliştirilir. Kısaca iyileştirmelerin nasıl yapılacağı saptanır. Üçüncü adım olan uygulama aşamasında ise, çözüm önerilerinin uygulanması üzerine odaklanılır. Dördüncü adım kontrol et aşamasında ise geliştirilen çözüm önerilerine sistemdeki uygulama sonucunda erişilip erişilmediği araştırılır. Eğer istenilen performansa erişilmemiş ise yeni çözümler geliştirilerek istenilen performansa erişilmeye çalışılır. Eğer istenilen performansa erişildiyse tekrar başa dönülerek mevcut durum analiz edilir ve yeni iyileştirme alanları bulunmaya çalışılır. Bu döngü sonsuza kadar devam eder (Top, 2009, s.s. 296-297). PUKÖ döngüsü iyileştirme yapmak için bilgi tabanlı bir yol haritası olarak ele alınırsa aşağıdaki üç soruya cevap verilmelidir (Moen, vd.,1998, s.s. 8-12);

- 1- Neyi gerçekleştirmek yada başarmak için çaba sarf ediyoruz?(İyileştirme çabalarının amacını ortaya koyar ve bu çabalarda takip edilecek yolu ve odaklanmayı sağlar)
- 2- Yapılan bir değişimin iyileştirme olduğunu nasıl bileceğiz yada anlayacağız? (Süreçlerdeki yapılabirlikle ilgidir. Ürünlerin belli kalite spesifikasyonlarına ulaşmasını sağlar. Hangi kalite özelliklerinin iyileştirilmesine ihtiyaç

duyulmaktadır. Kalite iyileştirmesi yapılırken müşteri ihtiyaçlarının ölçülebilir bir yapıya taşınması gerekir)

- 3- Yapmış olduğumuz hangi değişiklikler süreçte iyileştirmeye sebep olur?(Planlanmış değişimlerde değişikliklerin geliştirilmesi, test edilmesi ve uygulanması aşamasını içerir).

Altı sigma, “planla, ölç, analiz et, iyileştir ve kontrol et” modelini kullanarak süreçlerin iyileştirilmesine, tasarımı ve yönetimi üzerine odaklanır. DMAIC döngüsel bir süreci içerir: Yapılan her bir iyileştirme sonucunda yeni bir iyileştirme projesi otomatikman başlar. Bu modelde, tanımla da; süreçten müşterilerin beklentileri nelerdir?, ölç de; hataların frekans sıklığı nedir?, analiz et de; nerelerde, neden, ve ne zaman hatalar olmaktadır?, iyileştirme de; süreç nasıl iyileştirilebilir?, kontrol et de ise; süreç iyileştirildikten sonra süreç değişim yapılmış şekilde nasıl tutulabilir? Sorularına cevap aranmaktadır (Gürsakal, 2005, s.s. 107-109).

Bazı durumlarda sürecin kontrol altında tutulmasına rağmen süreçlerde değişkenliğin çok fazla olduğu, hata oranının çok yüksek olduğu görülür. Bu işaretler, süreçlerde büyük bir problemin olduğunu ve süreçlerdeki performans şartlarıyla ilgili geniş çaplı bir araştırma yapmaksızın bu problemin belirlenemeyeceğini gösterir. Süreçlerdeki performans şartlarının da birçok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir. Sistematik deneysel tasarımlar yapmanın hem çok zaman alıcı hem de maliyetli olduğu bilinmektedir. Bu durumda deney tasarım yöntemini kullanmak iyi olacaktır (Devor, vd., 1992, s.s.504-505). Deney tasarım yöntemi Taguchi tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin amacı bir ürünün üretilmesi için ürün ve süreç değişkenlerinden en iyi bileşimi deneyler yaparak belirlemeye çalışan istatistik temelli bir tekniktir. Deneysel tasarımın en temel amacını da süreçte denetlenemeyen (kontrol altında tutulmayan) faktörlerden en az etkilenen, denetlenebilen (kontrol altına alınabilen) faktörlerin yada tasarım faktörlerinin bileşeni oluşturmaktır. Bu amaca ulaşmak için her deneyde denetlenen ve denetlenemeyen faktörlerin bir bileşeni oluşturulur. Yapılan deneyler incelenerek en sağlam ürünü oluşturmaya yönelik faktörler belirlenmiş olunur (Üreten, 1998, s.s. 420-421).

Hata ağacı analiz yöntemi sistem güvenilirliği ve emniyeti üzerine odaklanır. Analiz süreci tasarımcının hata türlerini tanımlaması ile başlarken bu süreçte hataya neden olabilecek temel sebepler araştırılır. Bu süreç, hataların belirlenmesinde uygulanacak evrelere de yol gösterir. Yöntem ile üretim ve işlemler sürecinde veya alt süreçlerinde karmaşık ve karşılıklı ilişkiler sonucu ortaya çıkmış olan olaylar değerlendirilir ve daha sonra bu olumsuz olayların belirlenmesi yapılır ve olumsuz olayın görülme sıklığına ait olasılık değerlendirilir. En önemli olaylar birincil olay olarak kabul edilerek bunların birbirleriyle ilişkileri ortaya konur. Bu ağaç ile düzeltici faaliyetlerin nerede yapılması gerektiği belirlenmiş olur ve düzeltici çalışmalar için öneriler sunar (Şimşek,2000,s.s.109–110).İyileştirme aşaması tasarlanırken süreçlerdeki problemler için bir çözüm geliştirilir, bu çözümün süreçlerde etkinliğini kanıtlanması istenir ve bunun için uygulama planı hazırlanır. Bu planın aşamaları (Grayna, 2001, s.86);

- Alternatif çözüm değerlendirilir,
- Eğer gerekliyse süreçlerdeki performansı optimize edece deneyler tasarlanır,
- Bir iyileştirme tasarlanır,

- Bu iyileştirmenin etkinliği kanıtlanır,
- Değişime karşı olan dirençle ilgilenilir,
- İyileştirme faaliyetleri uygulanır yada transfer edilir.

Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi, HTEA (Failure Mode, Effect and Criticality Analysis, FMEA), tesis ekipmanlarında olabilecek her bir kusurun sisteme olan etkisini ve potansiyel tehlikesini önem sırasına koyarak listelenmesini kapsar. Kısaca bu yöntem, ekipmanları, bunların arıza yapabileceği durumları yada şartları ve oluşabilecek etkileri analiz eder. HTEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi), oluşabilecek hataları önceden tahmin ederek önlemeye yönelik (proactive) bir tekniktir. Yöntem, sistemin kritik unsurlarının incelenmesi, ve bunların parçalara ayrılması ve ayrılan her bir parçaların hata oluşturabilecek taraflarının bulunması, hatanın yarattığı tehlikelerin derecelendirilmesi, sistemin her bir parçası için her potansiyel hatanın incelenmesi ve bunun sonuçlarının ne olabileceğinin bulunmasına yönelik olarak dört temel aşamayı kapsar (Baysal, vd., 2002, s. 83).

Kalite Fonksiyonu Yayılımı (QFD) tasarım sürecinde müşteri ihtiyaç ve beklentilerini tatmin etmeye odaklanır. Bir planlama ve iletişim aracı olarak görülen bu metod, pazarlama, tasarım mühendisliği ve üretim fonksiyonlarından gelen uzmanların oluşturduğu çapraz fonksiyonlu gruplar tarafından yürütülür. Ürün geliştirme ve üretim sürecinin her bir evresinde müşteri ihtiyaçlarının teknik şartlara dönüştürülmesini temel alır. Bunun için, ilk etapta müşteriler tarafından diğer ürünlere göre tercih edilen bir ürünün özelliklerinin belirlenmesi için müşterilerden bilgi toplanması gerekir. Toplanan bilgiler ile müşteri ihtiyaç ve beklentileri elde edilerek bunların her birisinin görece önemine göre ağırlıklandırma yapılır. Bunu takip eden aşamada, işletmenin bu ürünü ile rakip ürünlerin puanlaması ve karşılaştırılması yapılır. Elde edilen bu bilgiler, bir matris içine konur. Bu matris kalite evi olarak adlandırılır. Daha sonra ürüne ait teknik özellikler belirlenerek matris içine yerleştirilir. Bu matris ile çapraz fonksiyondan gelen uzmanlar, müşteri özelliklerini somut, işlemsel ve mühendislik amaçlara dönüştürürler (Üreten, 2006, s. 179).

2.1. İstatistiksel Süreç Kontrolü

Shewart'a göre istatistiksel süreç kontrolünde süreç kararlı bir yapıdadır, bu süreçte saptanabilir değişimlerden kaynaklanan sapmalar tamamen yok edilmiştir. Bu süreçte rastgele değişimler vardır (Deming, 1998, s. 266). İstatistiksel süreç kontrolü (SPC) bir tip geri bildirim sistemidir. Buradan elde edilen enformasyon, süreçlerin olağan şekilde işletilip işletilmediğini yada iyileştirilip iyileştirilmediğini anlamak için kullanılır (Deros, vd., 2010, s. 16).

İstatistiksel Süreç kontrol metodları verilerin kontrolünü temel alır böylelikle etkin ve hızlı bir geri bildirim mekanizmasının oluşumunu da sağlar. Hızlı bir geri bildirim mekanizması oluşturmak, maliyetleri aşağı çeker, zamandan tasarrufu sağlar, düşük kaliteli ürünlere değer ekler faaliyet zamanlamalarına yapılan etkiyi azaltır. Bütün bunların sonucunda verimlilikte artar. Etkin bir geri bildirim ancak istatistiksel metodlar kullanılarak başarılır. Eğer İstatistiksel kalite metodlarından başka metodlar kullanarak etkin bir geri bildirim oluşturuluyor ise bu metodlar süreçlerdeki rastgele değişimler ile saptanabilir değişimleri ayırt edemeyeceği için başarısızlıkla sonuçlanacaktır(Oakland,2008,s.386). İstatistiksel kontrol altındaki sürecin tanımlanabilir bir kimliği vardır: Diğer bir ifade ile süreçlerin performansı tahmin

edilebilir yapıdadır. Ayrıca bu istatistiksel kontrol süreçlerinin bir yeterliliği vardır: Süreçlerde üretilen ürünlerin ölçülebilir olması ve bunların iletilmesiyle ilgilidir. Bu süreçlerde üretimin boyutları, eğer sistemde varsa kusurlu parça sayıları yada oranları dahil diğer bütün kalite özellikleri saatten saate, günden güne neredeyse tüm zaman dilimlerinde sabit kalır (Deming, 1998, s.s. 282-283).

İstatistiksel süreç kontrol genelde, veri toplama, verilerin kaydedilmesi, toplanan verilerin istatistiki veri olarak kullanılır hale getirilmesi, bu verilerin grafiksel yöntemlerle gösterilmesi ve yorumlanması, bu verilerden yada bu verilere ait yorumlardan yola çıkarak sürecin iyi işleyip işlemediğinin değerlendirilmesi, var ise süreçteki sapmaların ortaya çıkarılması ve bunlara ait düzeltici önlemlerin alınmasını sağlar. İstatistiksel süreç kontrol özellikle bir makine yada sürecin belirli bir zaman içindeki performansını spesifik limitleri karşılayıp karşılamadığını ölçmek için süreç yetenek analizi ve makine yetenek analizi konuları üzerine yoğunlaşır. İstatistiksel süreç kontrolde verilerin ve sonuçların kaydedilmesi ile bir veri birikimi yaratılmış olunur. Bu veriler işletmenin değişik birimlerinde kullanılabilmesi gibi diğer kalite yönetimi teknikleri için bir altyapıyı da sağlamış olur (Halis, 2000, s.149).

Deming, istatistiğin verilerin yada enformasyonun transferi sağladığını, bu veri ve enformasyon girişinin sürekli iyileştirme için elzem olduğuna ve ancak bu şekilde süreçlerde maksimum çıktıya ulaşılabileceği üzerinde durmuştur. Günümüzde her şey değişmektedir, bu değişimin belirlenmesi için alt ve üst limitlerinin belirlenmesi ve ölçülmesinde istatistiksel süreç kontrolün önemi fazladır. Değişimin ölçülmesinin en temel sebebi mal ve hizmetler ile ilgili kalitenin sürekli iyileştirilmesidir (Kovancı, 2003, s. 322).

İstatistiksel Süreç kontrolüne ait metotların, örgütteki herkese kendi yaptıkları işe uygulayabilecekleri kadar öğretilmesi gerekir. Bütün çalışanlar, İstatistiksel süreç kontrolünü kendi işlerinde kullanmalı ve bununla üretimin yada çıktının nasıl arttırılacağını bilmelidirler. Denetçiler, İstatistiksel süreç kontrolünü kendi bölümlerinde nasıl uyguladığının farkında olmalıdırlar. Aynı zamanda denetçiler kendi bölümündeki işçilerine İstatistiksel süreç kontrolünü kullanma konusunda yardımcı olmalıdırlar. Ayrıca İstatistiksel süreç kontrolünü etkin olarak kullanan işçilerden iyileştirme için öneriler almalıdırlar. Yöneticiler İstatistiksel süreç kontrolünü kullandığında kalite iyileştirmeleriyle verimliliğin birlikte nasıl arttığını bilmelidirler. Yöneticiler bölümler arasında iletişim ve ortak hareket derecesini vurgu yapan yönetim stilini kurmalı ve bunu devam ettirmelidirler. Onların amaçlarından biride rekabetsel ürün yaratılması sürecinde herkesin katkı verebileceği çalışma atmosferini de kurmalıdırlar (Smith, 2004, s.5).

Kalite kontrol ve kalite güvence sistemlerinde bazı metotların üst düzey firmalar tarafından yıllarca düzenli olarak kullanıldığı ve onlar tarafından yararlarının saptandığı kanıtlanmıştır. Bu grafik metotların bir kısmı hemen hemen tüm şirketler tarafından kullanılmaktadır. Kalite kontrol ve kalite güvence sistemindeki temel problemlerde, büyük miktardaki verilerin enformasyon şekline çevrilerek kalite iyileştirme hareketlerinde kullanılması sağlanır. Bu metotlara takma ad olarak “muhteşem yedili” denmektedir. Bu basit araçlar herkes tarafından kolaylıkla anlaşılabilir niteliktedir.

Bunlar (Wadsworth, vd., 2002, s.s. 289-291);

- Kontrol Çizelgesi,
- Pareto Analizi,
- Kontrol Grafikleri,
- Neden - Sonuç Diyagramı,
- Histogram,
- Gruplandırma,
- Akış Şeması,

İstatistiksel kontrol şemaları, sorun çözme sürecinde kullanımı kolay olmakla birlikte doğru çözümlere daha hızla ulaşılır. Bu teknikler ile sorunun nerde olduğunu yada ürün performansındaki değişimin nerede olduğunu, çözülecek sorunların birbirlerine göre görece önemi belirlenir. Sistemde yapılan değişimin yeterli etkiyi yaratıp yaratmadığı kolayca takip edilebilir (Bozkurt, 1998,s.s.172-173).

Bu çalışmada “muhteşem yedili” olarak bilinen kontrol araçlarından dördünü oluşturan (Kontrol Çizelgesi, Pareto Analizi, Kontrol Grafikleri, Neden - Sonuç Diyagramı) teknikleri ile İstatistiksel süreç kontrolü teknikleri içinde fazlaca kullanılan gruplandırma tekniği üzerinde durulacaktır.

İstatistiksel proses kontrol (SPC) yönteminde grafiksel teknikler kullanılarak süreçlerin performansı, bulunan (gerçekleşen) zaman içinde resmedilmektedir. Burada, süreçlerde ölçümleme sonucu elde edilen verilerin grafiksel olarak gösterilerek, süreçlerin resmedilmesi yada tasvirinin yapılması ve buna bağlı olarak yorumlanması esastır (Munro, 2004, s.571). Burada ne kadar çok ölçümleme yapılır ise o kadar sağlıklı değerlendirme de yapılmış olur. Neden sonuç analizi burada yer alan diğer yöntemlerden temelde farklılaşmıştır. Çünkü bir sürecin çıktı ya da sonucu birçok faktöre bağlıdır ve bu faktörlere yönelik olarak bir neden ve sonuç ilişkisi söz konusudur. Hata oluşumuna yol açan tüm bu nedenler, işletme içinde farklı bölümlerde çalışan kişilerden kurulacak bir ekip ile beyin fırtınası tekniği kullanılarak ortaya konulur. Beyin fırtınası tekniği ile bir grubun yaratıcı kapasitesinden maksimum oranda faydalanılarak yeni düşünceler ortaya konur. Ancak bu sayede soruna daha geniş perspektiften bakılır. Grupta bulunan kişiler olabildiğince çok sayıda fikirler ortaya atarlar ve birlikte bu fikirleri değerlendirirler. Bu yöntemle hataların hem nedenleri hemde çözümleri ortaya konmaya çalışılır. Beyin fırtınası tekniğinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus ekibi oluşturan bireylerin düşüncelerini ve sorularını eleştiriden arındırılmış bir ortamda ortaya koyabilmesinin sağlanmasıdır.

Neden sonuç analizi beyin fırtınası yöntemi ile kullanılır. Sebeplerin kesin olmadığı durumda ve aynı tür problemlerin tüm nedenlerini düzenlemek ve bilgi toplamak amacıyla kullanılır(Ertuğrul,2006,s.184). Neden-sonuç analizinde ölçümlemedeki sayıların çokluğu bir güç olarak görülmez. Kişiler sayıları kullanarak nereden geldiğini (sayıların oluşmasına neden olan unsurları) anlamaya çalışırlar yoksa sayıların kendini anlamaya çalışmazlar. Burada daha fazla sayı elde etmek, daha fazla ölçümleme yapmak amaçlanmaz iken sayıların sebep olduğu durumu daha iyi anlamak, daha iyi karar vermek ve buna bağlı olarak daha iyi sonuçlara ulaşılacak hedeflenmiştir (Harrington, vd., 1998, s. 115).

2.1.1. Kontrol Çizelgesi (Çetele Tablosu)

Kontrol çizelgeleri verilerin kayıt edilmesi ve düzenlenmesi için kullanılır. Belirli bir zaman aralığında meydana gelen hataların ortaya çıkma nedenlerini ve kaynaklarını bulmak amacıyla sorunları çetele ile göstererek sıklık derecesinin saptanması için kullanılan yararlı bir araçtır (Gümüšoğlu,2000, s.140). Kontrol tabloları, hangi verilerin nereden, ne zaman, kim tarafından hangi amaçlar kullanılarak toplanacağını, hangi özel standart ve önlemlerin uygulanacağını göstermektedir. Bir işletmede kontrol tablolarının; üretim süreci dağılım kontrolleri, hatalı parça kontrolleri, hatalı veri kontrolleri, hataların nedenlerinin kontrolü, çek-up teyit kontrolü gibi çeşitli fonksiyonları vardır (Akın, 1996, s. 34).

Kontrol çizelgeleme, tek başına yeterli bir analiz metodu olmayıp, her metot için kullanılabilen bir yöntemdir. Çizelgeleme, verilerin değişkenlik kaynaklarına göre gruplara ayrılarak kaydedilmesi ve işlenmesi olarak tarif edilebilir (Kolarik,1995, s.176; Kaya ve Ağa, 2004, s. 452).

Çalışmamızda düzenlenen kontrol çizelgesi, işletmeden elde edilen kontrol raporları baz alınarak oluşturulmuştur. Günlük olarak düzenlenen bu raporlardan işletmenin sipariş olarak aldığı ve göndereceği (yüklenecek) miktarlar içerisinden seçilen örneklerden alınan kontrol adetlerine göre hata miktarları tespit edilmiştir. Tespit edilen kontrol miktarlarındaki hata adetleri hata türlerine göre sınıflandırılıp aylık olarak, Tablo 2.'de hata kontrol çizelgesinde gösterilmiştir.

Tablo 2: Hata Kontrol Çizelgesi

ÜRÜNÜN ADI: ELBİSE ÜRETİM TARİHİ: 01 Şubat- Temmuz 2007 Aylarına Ait Hata Dağılım Tablosu ÜRETİM YERİ: LOW PROFİLE / BURSA							TOP LAM	
HATALARIN CİNSİ		AYLARA DÜŞEN HATA SAYISI						
		Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	
1	Ütüleme hatası	31	20	25	35	10	12	133
2	Lekeli görünüm	6	9	9	5	6	5	40
3	Kimyasal koku	-	-	-	-	2	1	3
4	Boya ya da baskı hatası	-	1	-	3	3	2	9
5	Kumaşta ya da astarta hata	8	3	3	6	4	1	25
6	Aynı ürün üzerinde renk farkı	1	2	2	1	3	1	10
7	Dikişlerde patlak	5	7	12	10	5	10	49
8	Dikişlerde büzülme,açılma, dönme	9	2	5	2	4	7	29
9	Dikişlerde esneme, çekme	1	2	-	1	2	1	7
10	İğne zedelemesi	2	1	3	8	4	4	22
11	Yaka, cep, fermuar ve pens hataları	5	-	-	1	3	1	10
12	Etekte, yırtmaç, manşet ve pililerde dikiş atlaması	4	-	-	1	1	2	8
13	Etekte form bozukluğu	5	4	-	2	3	1	15
14	Düğme, ilik hataları	-	1	2	1	2	1	7
15	Lastik hataları	-	3	-	-	1	1	5
16	Eksik temizleme(kumaşın saçak yapması)	-	10	25	10	5	6	56
17	Cepler düzgün dikilmemiş	-	-	-	2	1	1	4

18	Malın simetriği yok	5	1	-	2	2	1	11
19	Diğer	6	7	25	15	3	4	60
	TOPLAM HATA	88	73	111	105	64	62	503
	ÖRNEK HACMİ	700	700	700	700	700	700	4200

2007 yılı Şubat- Temmuz ayları arasında aylar itibariyle 700'er birimlik örnek alınmış ve sonuçlar toplam hata miktarları olarak Tablo2.'de kantitatif (ölçülebilir) özelliklere göre oluşturulmuştur. Buna göre işletmede üretilen elbise modelinden, 6 ayın sonunda 4200 tanesi kontrol edilmiş ve toplam 503 adet hata tespit edilmiştir. Hata kontrol çizelgeleri, ölçülebilir (kantitatif) veya sayım ve gözlem yoluyla ayırma (kalitatif) şeklinde 2 farklı şekilde düzenlenebilir. Yapılan bu çalışmada kontrol çizelgesi sayım ve gözlem yoluyla hataların tespiti şeklinde düzenlenmiştir. 2007 yılı Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları itibariyle işletmede gerçekleşen üretim kontrol değerlerine göre 6 aylık hata oranı ($503/4200*100= 11,97$), yani % 11,97 olarak bulunmuştur.

2.1.2. Pareto Analizi

Adını İtalyan ekonomist Wilfredo Pareto'dan alan bu araç 80–20 kuralı olarak da bilinir. Analiz, sorunların %80'inin, yerine getirilen işlemlerin %20'sine dayandığı mantığı ile problemleri ve nedenleri derecelendirir (Gümüsoğlu, 2000, s.142). Pareto analizi en önemli birkaç konu veya sorun üzerinde dikkati yoğunlaştırdığından ve önceliklerin belirlenmesine yardımcı olduğundan, verimlilik analizi için yararlı bir araçtır (Prokopenko, 2005, s.156).

Pareto analiziyle sistemde çok sayıda olumsuzluk yaratan sorunlara öncelik verilir. Bazı durumlarda sistemde az sayıda olumsuzluk yaratan durumların etkilerinin çok büyük olduğuna rastlanılır. Bu durumda pareto analizi yanıltıcı olabilir. Bu durumu gidermek için sorunlar ile birlikte bunların etkilerinin de hesaba katılması gerekir. Oluşturulacak yeni pareto analizinde sorunların sayısı ile sorunların birbirine göreli önemi çarpılmalıdır (Şimşek, 2000, s.119).

Pareto diyagramının oluşturulması şu kademelerden geçer (Akkurt, 2002, s.226);

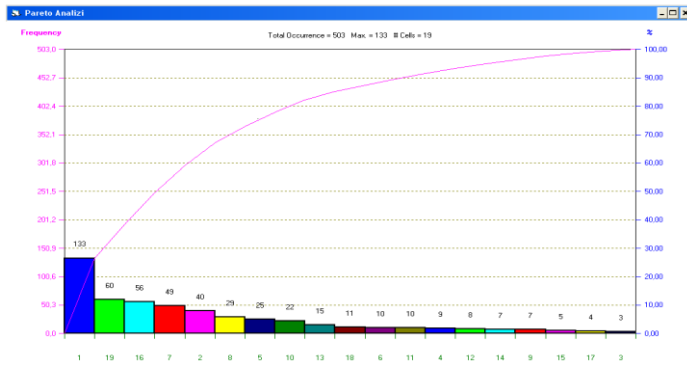
- Olayı etkileyen faktörler belirlenir ve bunların frekans veya para birimi ile değerlendirilmesine karar verilir; bu değerler yatay ekseninde gösterilir,
- Olayla ilgili yakın geçmişte veri toplanır,
- Veriler değerlerine göre büyükten küçüğe doğru sıralanır. Bu sıralamada değerler birbirine çok yakın olursa, verilere ağırlık noktaları verilebilir. Ancak bu noktalar verilirken çok bilinçli davranılması gerekir,
- Pareto diyagramı ve gerekirse dağılım eğrisi ve ayrıca kümülatif eğrisi çizilebilir.

Tablo 2.'den elde edilen verilere göre verilerin sınıflandırılması ve hataların büyükten küçüğe doğru sıralanarak yüzdelerine ayrılması Tablo 3.'de gösterilmiştir. Tablo 3.'de diğer hatalar olarak gösterilen değerler miktara bakılmaksızın en son sıraya yerleştirilir.

Tablo 3: Hata Sıralama Tablosu

No	Hata Türü	Hatalı Adet	Yüzde
1	Ütüleme hatası	133	26,33
2	Eksik temizleme(kumaşın saçak yapması)	56	11,08
3	Dikişlerde patlak	49	9,70
4	Lekeli görünüm	40	7,92
5	Dikişlerde büzülme, açılma, dönme	29	5,74
6	Kumaşta ya da astarda hata	25	4,95
7	İğne zedelemesi	22	4,35
8	Etekte form bozukluğu	15	2,97
9	Malın simetriği yok	11	2,17
10	Yaka, cep, fermuar ve pens hataları	10	1,98
11	Aynı ürün üzerinde renk farkı	10	1,98
12	Boya ya da baskı hatası	9	1,78
13	Etekte, yırtmaç, manşet ve pililerde dikiş atlaması	8	1,58
14	Dikişlerde esneme, çekme	7	1,38
15	Düğme, ilik hataları	7	1,38
16	Lastik hataları	5	0,99
17	Cepler düzgün dikilmemiş	4	0,79
18	Kimyasal koku	3	0,59
19	Diğer	60	11,88
TOPLAM		503	% 100

2007 yılının Şubat- Temmuz aylarına denk gelen hata türleri toplam 4200 adet elbise modeli kontrol edilerek düzenlenmiştir. 4200 adet üründen 503 adedi hatalı ürün olarak gözlemlenmiştir. Bu hata adetleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak 19 adet hata çeşidi tespit edilmiştir. Bu sayede hataların oluşmasına sebep olan faktörlerin analizi yapıldığında öncelikli olarak nelerin üzerinde durulması gerektiği daha kolay anlaşılmaktadır. Elde edilen bu verilere göre hata dağılımını gösteren pareto grafiği Şekil 2.'de gösterildiği gibidir.



Şekil 2: Hata Dağılımını Gösteren Pareto Grafiği

Grafikten elde edilen bilgilere göre sıralamadaki ilk 4 hata toplam hataların yarısından fazlasını (%55) oluşturmaktadır.

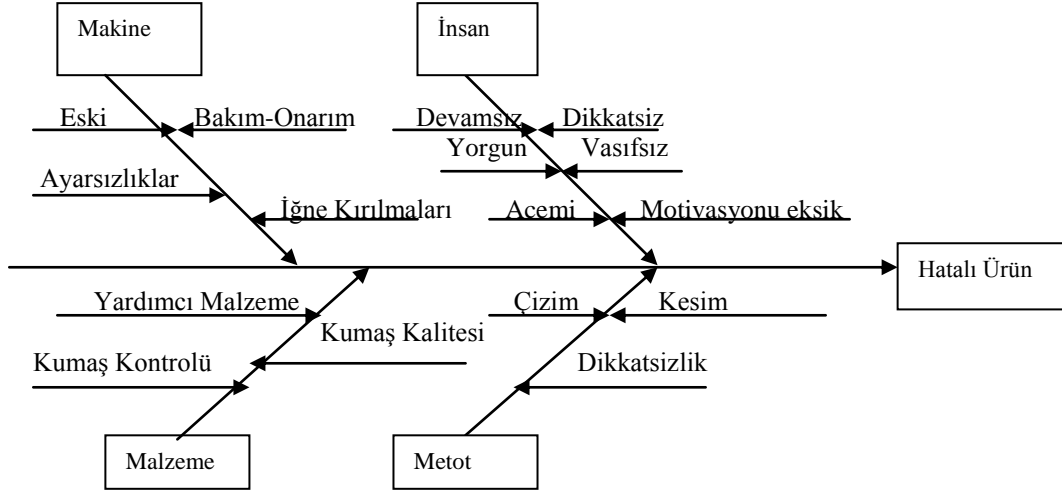
2.1.3. Neden - Sonuç Diyagramı

Neden-Sonuç diyagramı, ilk defa 1943 yılında Tokyo üniversitesinden Kaoru Ishikawa tarafından geliştirilmiştir. Belirli bir sorun veya sonucun nedenini araştırmak, belirlemek ve göstermek için kullanılan bir tekniktir. Bu diyagram belirli bir soruna etki eden tüm faktörlerin nedenlerini bir şekil üzerinde göstermek için oluşturulur. Oluşturulan bu diyagram bir balığın kılıcığını andırdığı için "Balık Kılıcı Diyagramı" olarak ve aynı zamanda Kaoru Ishikawa tarafından geliştirildiği için "Ishikawa Diyagramı" olarak da bilinmektedir.

Neden - sonuç diyagramının yapısı şu şekilde kurulur;

1. Problemin veya sorunun analizini yapmak,
2. Analizi gerçekleştirmek için takım kurmak. Bu takım potansiyel nedenleri beyin fırtınası yaparak ortaya çıkarır, (Beyin fırtınasına, problemin olduğu alanlarla ilgili olan kişiler seçilir ve bu kişiler analizi yapılacak olan probleme etki eden çevresel faktörleri gözlemleyerek probleme etki eden nedenleri saptarlar. Bu nedenlere yönelik çözüm yollarını ararlar. Bunun için ilk önce probleme ait fikirler üretirler ve bir liste oluştururlar. Burada fikirlerin ilk etapta eleştirilmemesi en temel gerekliliktir. Bu listedeki fikirleri kendi aralarında tartışarak listedeki belirli fikirler üzerine yoğunlaşırlar bu nedenler balık kılıcığına uygulanırken ana sorunlar büyük oklarla alt sorunlar ise bu oklara bağlı küçük oklarla ifade edilirler (Wadsworth vd., 2002, s.366),
3. Etki eden faktörleri ve merkez çizgiyi oluşturmak,
4. Önemli potansiyel neden kategorilerini belirtmek ve onları merkez çizgide kutucuklar halinde birleştirmek,
5. Olası nedenleri tanımlamak ve onları basamaklayarak kategorize etmek, (Gerekirse yeni kategoriler oluşturmak),
6. Sebepleri tanımlayarak sıralamak. Probleme en fazla etki yapan sebepleri göz önüne alarak sebepleri sıralamak,
7. Düzeltici önlemler almak.

Uygulamada beyin fırtınası yapılarak sorun ortaya konulmaya çalışılmıştır. Burada sorun, elbise üretimindeki hataların %11,97 gibi oranında çıkması olmuştur. Hata türlerine göre oluşturulan sorun sıralamasından yola çıkılarak oluşturulan ana nedenler "balık kılıcığı" analiziyle ortaya konmuştur. Buna göre malzeme, insan, metot ve makine ana sorunlar olarak gözlemlenmiştir. Bu ana nedenler kendi içerisinde alt nedenlere ayrıştırılarak gerekli önlemlerin alınması yönünde nereden başlanılacağı sorununa yönelik doğru karar vermek ana amaç olarak belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda çalışmamızın konusunu oluşturan hataların nedenleri Şekil 3.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Neden-Sonuç Diyagramı

Diyagramda hata nedenleri; İnsan, makine, malzeme ve metot olmak üzere 4 ana sorundan oluşmaktadır. Hata oluşumuna yol açan tüm bu nedenler, işletmede çalışan kişilerden oluşan bir ekip ile beyin fırtınası tekniği kullanılarak belirlenmiş ve Şekil3. 'de gösterilmiştir. Buna göre; hata nedenleri, kutucuklar içerisinde gösterilirken bu nedenlere sebebiyet veren faktörler oklarla belirtilmiştir.

Şekil 3.'de verilen sebep-sonuç diyagramı incelendiğinde; hata oluşumuna genelde operatör ve malzeme kökenli sebeplerin yol açtığı gözlenmiştir. Yine makinelerde oluşan hataların temel nedenlerinin de aslında operatör ve malzeme merkezli olduğu belirlenmiştir. Sorumluluklarını yerine getirmeyen operatörler, yetersiz bakım, malzemedeki sertlik, makine takımlarında kırılma ve aşınmaların temel hata sebepleri olduğu belirlenmiştir. Bu hatanın ortadan kaldırılabilmesi veya yeniden oluşumunun önlenmesi için bu sebeplerin ortadan kaldırılması gerektiği belirlenmiştir.

2. 1.4. Gruplandırma

Gruplandırma belli kategorilere ve özelliklere göre bilgilerin sınıflandırılması sürecidir. Bilgiler belli sınıflara ayrılarak, daha kolay karşılaştırılabilmekte ve değerlendirilebilmektedir. Gruplandırma, öncelikle sorunlar meydana gelmeden önleyebilmek için iyi bir yöntemdir. Gruplandırma, bir sorunu parçalara ayırıp, her parçayı tek tek inceleme sürecidir. Gruplandırma ayrıca sorunların kaynaklarının belirlenmesinde, olumlu değişikliklerin nedenlerini incelemekte yararlı bir araçtır. Belirli malzeme, operatör, makine vs. etkisinin incelenmesi için kullanılan basit bir istatistik proses kontrol tekniğidir (Akın, 1996, s.s.62-63).

Gruplandırma tekniği verilerin ayrılarak daha kolay anlaşılır duruma getirilmesini sağlar. Örneğin işletmede gerçekleşen üretim hatalarını kaynaklandığı sebeplere göre sınıflandırırsak gerçekleşen sorunun hangi durumdan dolayı kaynaklandığını bulmak daha kolay olacaktır. Bu teknik, verileri düzenleyerek diğer istatistiksel tekniklere temel oluşturur. Fakat tek başına bu teknik sorunları çözmede yeterli olmamaktadır. Ancak diğer istatistiksel tekniklere yardımcı etkili bir yöntemdir.

Uygulama yapılan işletmede gerçekleşen üretim hataları gruplandırma tekniği ile sınıflandırıldığında Tablo 4.' de gösterilen sonuçlara ulaşılmıştır.

Tablo 4: Hataların Kaynağına Göre Gruplandırılması

KAYNAKLANAN YER	HATA ADI	HATA ADEDİ
İNSAN	Dikişlerde patlak	49
	Dikişlerde büzülme, açılma, dönme	29
	Dikişlerde esneme, çekme	7
	Yaka cep fermuar pens hataları	10
	Ütüleme hatası	133
	Eksik temizleme(kumaşın saçak yapması)	56
	Cepler düzgün dikilmemiş	4
MALZEME	Lekeli görünüm	40
	Kimyasal koku	3
	Boya ya da baskı hatası	9
	Kumaşta ya da astarda hata	25
	Aynı ürün üzerinde renk farkı	10
	Lastik hataları	5
	İğne zedelemesi	22
MAKİNE	Etekte, yırtmaç, manşet ve pililerde dikiş atlaması	8
	Düğme, ilik hataları	7
METOT	Etekte form bozukluğu	15
	Malın simetriği yok	11
	Diğer	60

Uygulama yapılan işletmede 6 aylık üretim sonucunda gerçekleşen hatalar gruplandırıldığında bu hataların, neden – sonuç diyagramında gösterilen nedenlerinden hangisinden daha fazla oranda kaynaklandığı konusunda daha açıklayıcı bilgiler alınabilmektedir. Buna göre insandan kaynaklanan hataların diğer hatalara oranla daha fazla oranda etkili olduğu söylenebilir. İnsandan kaynaklanan hataların diğer (malzeme, makine ve metot) hata kaynaklarına oranla daha fazla olmasının nedeni, konfeksiyon sanayinin emek yoğun bir sanayi dalı olması ve iş gücünün diğer faktörlere oranla daha fazla kullanılması olduğu söylenebilir. Bu durumda çalışanlara verilecek olan eğitimin ne denli önemli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

2.1.5. Kontrol Grafikleri

Üretim işleminden önce, üretimi yapılacak olan mamulün kalite özellikleri belirlenerek, belirli ölçülere göre tolerans sınırları tespit edilir. Boyut, şekil, dayanıklılık, performans, vb. gibi kalite özelliklerinin önceden belirlenen sınırlar içerisinde değişim göstermesi normal kabul edilir. Belirli bir mal grubunun önceden belirlenen kalite sınırlarına gösterdiği değişim durumunun ölçülmesi amacıyla hazırlanan grafiklere “kalite kontrol grafikleri” denir (Ertuğrul, 2006, s. 207).

Belirli zaman aralıklarında prosesten alınan değerlerden hareketle, prosesin yapısı ve işleyişi hakkında bilgi veren kontrol grafikleri, üst kontrol sınırı, alt kontrol sınırı ve orta çizgi olmak üzere üç elemandan oluşmaktadır.

Orta çizgi, çeşitli zaman aralıklarında prosesten alınan ürünlere ilişkin gözlem değerlerinin ortalamasını gösteren çizgidir. Üst ve alt kontrol sınırları, prosesten alınan ürünlere ilişkin gözlem değerlerinden hareketle hesaplanan ve orta çizgiye eşit uzaklıkta olan sınırlardır (Işığışok, 2004, s.75). Alt ve üst kontrol limitleri içerisinde kalan değerlerde, süreç kontrol altındadır. Kontrol limitlerinin alt ve üst limitleri aşıldığı zaman süreç kontrol altında değildir. Burada sürecin düzeltilmesi için sapmalara sebep olan hata kaynaklarının araştırılması gerekir (Montgomery, 1990, s.103).

Herhangi bir zamanda süreç kontrol dışına çıktı ise, temel süreçlerde hatayı üreten kaynağı belirlemek önemlidir. Sürecin kontrol dışına çıkması bazı durumlarda aşağıdaki şartlardan kaynaklanabilir (Wick and Veilleux, 1983, s.s.2-16);

- Trendler/Döngüler; sistematik değişiklikler sistemin çevresinden kaynaklanabilir. İşçilerin yorgunluğundan, bakım planındaki değişikliklerden, aşınma şartlarından, boşa harcanan materyallerin toplamından kaynaklanabilir,
- Ani Kaymalar; yeni bir makinenin alınması, kullanımda olan makinenin kullanım dışına çıkması (hurdaya ayrılması), yeni alınan işçilerin çalışmaya başlaması, sistemde var olan ölçme şartlarının değiştirilmesi ve üretim metodunun değiştirilmesi,
- Yüksek Oranda Kontrol Limitlerine yakınlık; sürecin aşırı kontrol altında tutulduğu, oluşan fazla farkların gelen hammaddeden kaynaklandığı, süreçlerin grafiklendirilmesi esnasında birden fazla grafikten bilgi aktarılması olarak belirtilebilir.

Yukarıdaki açıklamalar kontrol grafiklerinde kontrol dışına çıkmanın genel davranışları olarak tartışılabilir. Fakat bunlar süreçlerdeki tüm değişkenlikleri açıklamaz.

Niceliksel ve niteliksel olmak üzere 2 farklı açıdan yaklaşılarak kontrol grafikleri oluşturulabilir. Çalışmamızın konusu hatalı ürünlerin tespiti şeklinde olması nedeniyle kalite spesifikasyonlarına göre değerlendirilen nitel değişkenlere ilişkin, nitel kontrol grafiklerine başvurulur.

Niteliksel olarak hazırlanan kontrol grafikleri şunlardır;

- p grafiği (Ünite başına kusurların oranı)
- np grafiği (Toplam örnekteki kusurlu sayısı)
- c grafiği (Ünite başına kusur sayısı)
- u grafiği (Ünite başına kusur oranı)

İşletmede üretilen ürünlerin hatalı olup olmadıklarının incelenmesi nedeniyle kusurlu ürünlerin tespiti "p kontrol grafiği"yle yapılmıştır.

2.1.5.1. p Grafiği

Kontrol grafiklerinden yaygın olarak kullanılan grafik p kontrol grafiğidir. Büyük bir üretim firması için değişken araçlarının (örnek hacmi) 100 veya daha fazla olması bu grafiği kullanmak için olağandışı değildir. P grafikleri herhangi bir kalite karakteristiğini ilgilendiren bir özellik için uygulanabilir. Bu özellikler herhangi bir değişken vasıtasıyla ölçülebilir, fakat sonuç devam edip etmeme kararıyla ilgilidir. Kalite özelliklerinden ölçülebilir özelliklerden herhangi birisi bu grafik ile gösterilebilir (Banks,1989, s.146).

Nitel kontrol grafiklerinden p kontrol grafiği, üretim prosesinden çekilen örneklemdeki kusurlu oranının ölçülmesini ve izlenmesini sağlar. Söz konusu kontrol grafiği, bir veya daha fazla özelliğin değerlendirilmesi esasına dayanır. Bu amaçla prosesten, elde edilen ürünlerin kalite özellikleri değerlendirilerek kusurlu veya kusursuz olarak kaydedilir. Her bir örneklemdeki kusurlu sayısı örneklem hacmine bölünerek, her bir örneklemin kusurlu oranı elde edilir (Işığık, 2004, s.271). Bu grafik sonucunda verilecek son karar örneklemin kabulü ya da reddi şeklindedir. Örneklem seçilen kalite özelliği için örneklem uygundur ya da uygun değildir şeklinde belirtilir.

P kontrol diyagramı aşağıdaki amaçların birisi veya hepsi için kullanılmaktadır (Karayalçın,1986, s.283);

- Muayeneye gönderilen parçalardaki bozuk yüzdesini belirlemek,
- Bir ortalama kalite seviyesindeki herhangi bir değişikliğe yöneticilerin dikkatini çekmek,
- Kontrol dışındaki kötü kaliteye yol açan yerlerin bulunarak tedbirlerin alınması için gerekli bilginin elde edilmesi,
- Muayene standartlarının gevşetildiğini ortaya koyan veya hata nedenlerini saptayan noktaların bulunması,
- Kalite problemlerinin belirlenmesi için \bar{X} ve R kontrol diyagramlarının kullanılacağı yerleri tavsiye etmek.

P kontrol grafiğinde kullanılan sembollerin anlamları aşağıda ifade edilmiştir;

X= hata miktarı

p = Kusur oranı

c = Her örnek grubundaki kusur sayısı

n = Örneklem hacmi

k = Alınan örnek

Tablo 5: p Kontrol Grafiği Veri Tablosu

Aylar	Örnek Hacmi (n)	Hata Adedi (c)	Hata Oranı (p)
Şubat	700	88	0,125
Mart	700	73	0,104
Nisan	700	111	0,158
Mayıs	700	105	0,150
Haziran	700	64	0,091
Temmuz	700	62	0,088
Toplam	4200	503	0,719
Ortalamalar	700	83,83	0,119

Örnek hacminin $np>1$ olacak şekilde seçilmesine dikkat edilmelidir. Örneklerin yeterliliği ancak bu şart yerine getirildiği takdirde söylenebilir. Standartların belli olmaması durumunda örneklerden elde edilen oranların ortalaması (\bar{p}) orta çizgiyi belirlerken üst ve alt kontrol limitleri (Ertuğrul,2006;240);

$$\text{ÜKL} = \bar{p} + 3 \sqrt{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p}) / n}$$

$$\text{AKL} = \bar{p} - 3 \sqrt{\bar{p} \cdot (1 - \bar{p}) / n} \quad \text{formülleriyle hesaplanır.}$$

Standartlar belli olmadığından \bar{p} değerinin bulunması gerekir. Bu değer aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

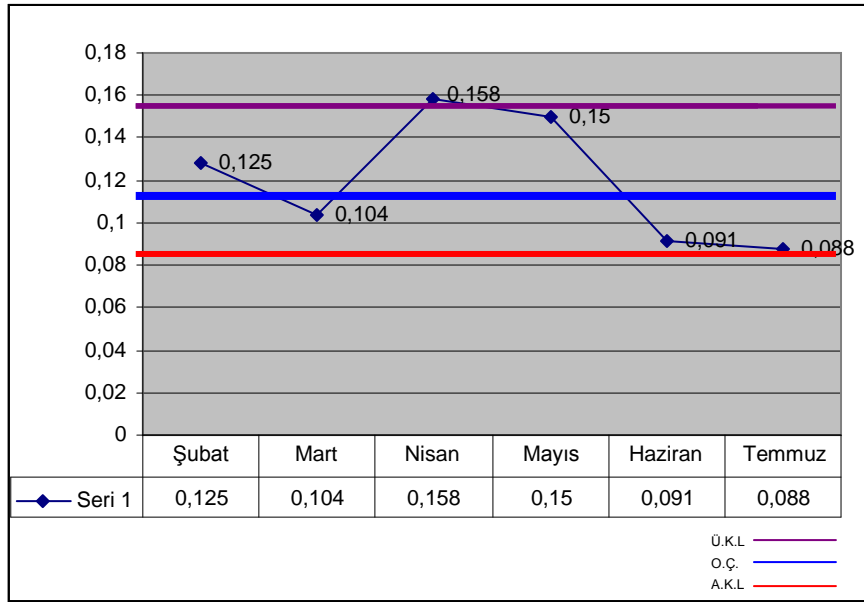
$$\bar{p} = \frac{\sum X}{n.k} = \frac{503}{700*6} = 0,119, \quad n = 700, \quad n * \bar{p} = 700 * 0,119 = 83,83$$

$n * \bar{p} = 83,83 > 1$ olduğundan örnekler yeterlidir.

$$\bar{p} = \text{O.Ç. (Orta Çizgi)} = 0,119$$

$$\text{ÜKL} = 0,119 + 3 * \sqrt{0,119 * (1 - 0,119)} / 700 = 0,155$$

$$\text{AKL} = 0,119 - 3 * \sqrt{0,119 * (1 - 0,119)} / 700 = 0,082$$



Şekil 4. p Kontrol Grafiği

Şekil 4.'de p kontrol grafiğinde görüldüğü gibi üretimde kusurlu oranları Şubat-Temmuz ayları arasında alt kontrol limitinin altına düşmemiştir. Buna karşılık Nisan ayında üretimdeki hata oranı üst kontrol limitinin üstünde kalmıştır. Bu durum Nisan ayında üretimin kontrol altında olmadığını gösterir. Üretim kontrol altına almak için Nisan ayındaki hataların yeniden gözden geçirilmesi ve bu hataları önlemeye yönelik acil önlem planlarının yapılması gerekmektedir. P kontrol grafiğinde orta çizgi ortalama kusur oranını göstermektedir ve bu çizginin altına düşen örnekler için kusur oranının düşük olduğu söylenebilir. Buna göre Mart, Haziran ve Temmuz aylarında orta çizginin altına düşüldüğü için bu aylarda üretim hata oranları düşüktür ve bu oranlar düzenli bir şekilde dağılım gösterdiği için kalitede bir iyileşme söz konusudur. Bu durumda söz konusu olan bu iyileşmenin sebeplerini araştırmak gerekir. Mayıs ayında ise hata oranının üst kontrol sınırına yaklaşması bir tehlike sinyali olarak algılanmalı ve bu durumun nedenleri araştırılmalıdır.

3. SONUÇ

Bursa’da faaliyet gösteren konfeksiyon işletmesinden 01 Şubat-Temmuz 2007 tarihleri arasında alınan veriler incelenip İstatistiksel Proses Kontrol tekniklerinden Kontrol Çizelgeleme, Pareto Analizi, Kontrol grafiklerinden “p grafiği” , Neden-Sonuç diyagramı ve Gruplandırma teknikleri açıklanarak örnek bir ürün üzerinden uygulamalara yer verilmiştir.

Bu teknikler belirtilen dönemlere ilişkin toplam 129265 adet elbise üretimi sürecinde ortaya çıkan hatalara yönelik çalışmalarla ortaya konmuştur. İşletmelerden elde edilen üretim kontrol verilerinden yola çıkılarak oluşturulan kontrol çizelgesine göre %11,97 oranında hata tespit edilmiştir. Bu grafikte belirtilen hataların sıralaması pareto analiziyle ortaya konmuştur. Bu analiz sonucunda ütölme hatası, dikişlerde patlak oluşması ve kumaşın eksik temizlenmesiyle ortaya çıkan saçaklanma probleminin toplam hataların yarısından fazlasını (%55) kapsadığı gözlemlenmiştir. Ortaya çıkan bu hataların kontrol grafiklerinden p grafiğiyle analiz edilmesi neticesinde üretimin Nisan ayında kontrol altında olmadığı gözlemlenmiştir. Mart, Haziran ve Temmuz aylarında ise üretimde hataların kontrol altında tutulduğu söylenebilir. Mart ayında üst kontrol limitine yaklaşan hata oranlarının işletmede bir uyarı niteliği taşıdığı söylenebilir. Gözlemlenen hataların sonuç olarak ele alınıp nedenlerinin araştırıldığı neden-sonuç diyagramında ise ana sorunlar ve bu sorunlara yol açan alt sorunlar ortaya konmuştur. Ana sorunlar ve alt sorunlar belirtilirken beyin fırtınası tekniği kullanılmıştır. Bu teknikle üretimin gerçekleştirildiği her alanda hataya sebep olan faktörler ortaya konmuştur. Hataların adetlerine göre sınıflandırılarak gruplandırılmasıyla da özellikle insandan kaynaklanan problemler üzerinde durulmuş ve bu problemin giderilebilmesine yönelik olarak kurum içi eğitimlerle, çalışan personelin güçlendirilmesi konusuna ağırlık verilmesi gerektiği öngörülmüştür.

KAYNAKÇA

- Akın, B., (1996), “İso 9000 Uygulamasında İşletmelerde İstatistik Proses Kontrol Teknikleri”, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Akkurt, M., (2002), “Kalite Kontrol Excel Destekli”, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Banks, J., (1989), “Principles of Quality Control”, John Wiley&Sons, Inc.
- Baysal, E. M. ;Canıyılmaz, E.; Eren, T. (2002), Otomotiv Yan Sanayinde Hata Türü Ve Etkileri Analizi, Teknoloji Dergisi , Yıl 5, Sayı 1-2; 83-90.
- Bivking A. C. , Grayna, M. F.,(1979), “Process Control by Statical Methods”, Quality Control Handbook, Editors:J.M. Juran; Frank M. Grayna; R.S. Bingham, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Bozkurt R., “Kalite iyileştirme Araç ve Yöntemleri”, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, No:630, İstanbul.
- Can, H.; vd., (2001), “Genel İşletmecilik Bilgileri”, Siyasal Kitabevi, 12. Baskı, Ankara.
- Deming,W. E.,(1998), “Krizden Çıkış”, Çev. Cem Aktaş, Kalder, İstanbul.
- Deros, B.M., Rahman, M.N.; İsmail, A.R. ; Yee, L.W. ; Zain, R.M., (2010), “Application of Statistical Process Control Technique for Evaluating Machine : A Case Study” ,Aijstpm 3(1); 15-22.
- Devor, E. R.; Chang T. ; Sutherland, W. J, (1992), “Statistical Quality Design and

- Control Contemporary and Methods”, Macmillian Publishing Company, New York.
- Ertuğrul, İ., (2006), “Toplam Kalite Kontrol”, Ekin Kitabevi, 2. Baskı, Bursa.
- Evans, R. J.; Lindsay, M. W., (1993), “The Management and Control of Quality”, Second Edition, West Publishing Company New York.
- Grayna, M. F., (2001), “Quality Planning and Analysis: From Product Development Through Use” Fourth Edition, McGraw-Hill.
- Gümüsoğlu, Ş., (2000), “İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Toplam Kalite Yönetimi Araçları”, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 2. Bası. İstanbul.
- Gürsakil, N., (2005), “Altı Sigma: Müşteri Odaklı Yönetim”, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Halis, M.,(2000), “Paradigmadan Uygulamaya Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemleri-IO 9002 Kalite Belgesi Çalışması”, Beta Yayınları, İstanbul.
- Harrington, H. J.; Hoffherr, G. D; Reid. R. P., Jr. (1998), “Statistical Analysis Simplified”, [electronic resource] : the easy-to-understand guide to SPC and dataanalysis, <http://site.ebrary.com/lib/dumlupinar/docDetail.action?docID=10152819>.
- Işığık, E., (2004), “Toplam Kalite Yönetim Bakış Açısıyla İstatistiksel Kalite Kontrol”, Ezgi Kitabevi Yayınları, 1. Baskı, Bursa.
- Karayalçın, İ., (1986), “Endüstri Mühendisliği ve Üretim Yönetimi Elkitabı II”, Çağlayan Kitabevi, 1. Baskı, İstanbul.
- Kaya, İ. ve Ağa, A., (2004), “Kalite İyileştirme Sürecinin Yedi Temel Aracı ve Motor-Traktör İmalatı Yapan Bir İşletmede Uygulanması”, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (11); 448- 468.
- Kobu, B., (2010), “Üretim Yönetimi”, Beta Basım A. Ş., 15. Baskı, İstanbul.
- Kolarik, W. J., (1995), “Creating Quality-Concepts, Systems, Strategies, and Tools”, McGraw-Hill.
- Kovancı, A., (2003), “Toplam Kalite Yönetimi Fakat Nasıl?” 2. Baskı, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Lowe, P.H., (1972), “Üretim Planlaması”, İstanbul Reklam Yayınları:11, İstanbul.
- Moen, D. R.; Nolan, W. T.; Provost, P. L.,(1998), “Quality Improvement Through Planned Experimentation”, Second Editions, McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C., (1990), “Statistical Quality Control”, John Wiley&Sons, Inc., Second Edition, New York.
- Munro, A. R.,(2004) “Statistical Process Control” Manufacturing Engineering Handbook”, Editor: Hwaiyu Geng , Mc Graw-Hill, New York.
- Oakland, S. J., (2008), “Statistical Process Control”, Six Edition, , Qxford.
- Prokopenko, J., (2005), “Verimlilik Yönetimi Uygulamalı El Kitabı”, Milli Produktivite Merkezi Yayınları No: 476, 6. Basım, Ankara.
- Smith, M. G., (2004), “Statistical Process Control and Quality Improvement”, Fifth Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Şimşek, M.,(2000), “ Sorularla Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemleri”, Alfa Yayınları, İstanbul.

- Taptık, Y.; Keleş Ö., (1998), “ Kalite Savaş Araçları”, KalDer Yayınları No. 23, İstanbul.
- Top, S., (2009), “Toplam Kalite Yönetimi Bağlamında Sürekli İyileştirme Anlayışı”, Beta Yayınları, İstanbul.
- Üreten, S. (1998), “Üretim ve İşlemler Yönetimi: Planlama Denetim Kararları, Karar Modelleri ve İyileştirme Yaklaşımları”, Gazi Kitapevi, Ankara.
- Üreten, S. (2006), “Üretim ve İşlemler Yönetimi: Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri”, 5 Baskı, Gazi Kitapevi, Ankara.
- Vuchkov, N. I.; Boyadjieva, N. L., (2001), “Quality Improvement with Design of Experiments”, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Wadsworth, H.M., vd., (2002), “Modern Methods For Quality Control And Improvement”, John Wiley&Sons, Inc., Second Edition. New York.
- Wick, C.; Veilleux, F. R., (1983),”Tool and Manufacturing Engineers Handbook”, Fourth Editions, SME Drive, Michigan.