

39635

**İSTATİSTİKİ PROSES KONTROL (S P C)
VE BİR FABRİKADA UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Tarkan ÜÇÜNCÜOĞLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Haziran 1994

Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Haziran 1994

Tez Danışmanı : Prof. Dr. İrfan SAYGILI

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Mustafa GEDİKTAŞ

Prof. Dr. Mustafa AKKURT

HAZİRAN 1994

Önsöz

Günümüzde yaşam hızlı bir şekilde değişmekte ve kalkınma yolunda bir ülke olan Türkiye'de bu hızlı değişimden fazlasıyla etkilenmektedir.

Bu değişimlerden biride Kalite anlayışı paralelinde; sanayide proses, organizasyon anlayışı, imalat teknolojisi gelişimleridir. Günümüzde tüketici artık bilinçlenmiş, serbest piyasa gündeme oturmuştur. Bunun sonucunda yerli sanayi de tüketicisine en az ithal ürünler kadar kaliteli ürünleri temin etmek zorunda kalmıştır.

Bu tez çalışması yukarıdaki gelişme üzerine, sanayinin en büyük Holdinglerinden biri olan KOÇ HOLDING'in "KOÇ 2000" projesi paralelinde, Türkiye için yeni bir kavram olan "SPC" (İstatistikî Proses Kontrol)'nin tanıtımı ve FORD ESCORT otomobillerini Türkiye'de üreten OTOSAN İstanbul Fabrikasında uygulanmasını içermektedir.

Bu gelişmenin ve ödev içeriği olan konuların salt Endüstri İşletme Mühendisliğini ilgilendirmedeği, sanayide yaygın bir yelpazede görev alan biz Makine Mühendislerini, fazlasıyla ilgilendirdiğini benimseyen ve konudaki çalışmalarımı teşvik eden değerli hocam Prof. Dr. İrfan SAYGILI'ya teşekkürü bir borç bilirim.

İstanbul 1994
Tarkan Üçüncüoğlu

İÇİNDEKİLER

NOTASYON LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1. 1. Kalite Müşteri Beklentisi	1
1. 2. Japon Mucizesi	4
BÖLÜM 2. SPC İSTATİSTİKİ PROSES KONTROL	7
2. 1. SPC Nedir , Kim , Neden Kullanır ?	7
2. 2. Temel İstatistik	11
2. 3. SPC ile Kullanılan Diğer Araçlar	17
BÖLÜM 3. SPC NİN KADEMELERİ	24
3. 1. Veri Toplama	24
3. 2. Makina Yetenek Çalışmaları	30
3. 3. Kontrol Kartları	41
BÖLÜM 4. KONTROL KARTLARI YORUMLAMALARI	47
BÖLÜM 5. OTOSAN ' DAN UYGULAMA ÖRNEKLERİ	51
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	61
EKLER	62
ÖZGEÇMİŞ	72

NOTASYON LİSTESİ

x	Tek tek toplanan veri değeri
$\bar{x}$	Alt gruptaki veri değeri ortalaması
$\bar{\bar{x}}$	Tüm verilerin ortalaması
R	Aralık (En büyük - en küçük değeri farkı)
ÜKL	Üst Kontrol Limiti
AKL	Alt Kontrol Limiti
ÜSL	Üst Spesifikasyon Limiti
ASL	Alt Spesifikasyon Limiti
C_m	Makina Potansiyel Yetenek İndisi
C_{mk}	Makina Yetenek İndisi
P_p	Proses Ön Potansiyel Yetenek İndisi
P_{pk}	Proses Ön Yetenek İndisi
C_p	Proses Potansiyel Yetenek İndisi
C_{pk}	Proses Yetenek İndisi
n	Veri Adedi
p	Özel Bir Kart Çeşidi
np	Özel Bir Kart Çeşidi
u	Özel Bir Kart Çeşidi
c	Özel Bir Kart Çeşidi
σ	Standart sapma

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No :	Açıklama	Sayfa No
Şekil 1.1	Hatanın Maliyeti	4
Şekil 1.2	Japonların Otomotiv Piyasasındaki Gelişmeleri	5
Şekil 1.3	Japonların Otomotiv Piyasasındaki Gelişmeleri	6
Şekil 1.4	Japonların Otomotiv Piyasasındaki Gelişmeleri	6
Şekil 2.1	Ürün Geliştirme Safhaları	9
Şekil 2.2	SPC ' yi Oluşturan Ana Kavramlar	9
Şekil 2.3	SPC ' nin Adımları	10
Şekil 2.4	Verilerin Histogramla Gösterimi	16
Şekil 2.5	Balık Kılçığı Diagramı (Orjinal)	18
Şekil 2.6	Balık Kılçığı Diagramı Örnek	18
Şekil 2.7	Akış Kartı Örneği	19
Şekil 2.8	Korelasyon Diagramları	20
Şekil 2.9	Örnek Akış Şeması	23
Şekil 3.1	Kontrol Limitlerinin Şematik Gösterimi	24
Şekil 3.2	Çetele Tablosu Örneği	26
Şekil 3.3	Şematik Proses ve Akışı	30
Şekil 3.4	Normal Dağılım İçin Kullanılan Format	33
Şekil 3.5	Hatalı Ortalama Durumu	34
Şekil 3.6	Hatalı Yetenek Durumu	34
Şekil 3.7	Proses Yetenek İndeksi	34
Şekil 3.8	Makina Yetenek İndeksi	34
Şekil 3.9	Tek Taraflı Tolerans Yalnız Max. değer	36
Şekil 3.1	Tek Taraflı Tolerans Yalnız Min. değer	36
Şekil 3.11	Normal Olmayan Dağılım	38

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No :	Açıklama	Sayfa No
Şekil 3.12	Normal Olasılık Kağıdında Çeşitli Durumlar	39
Şekil 3.13	Zaman İçinde Prosesin Düzeltilmesi	40
Şekil 3.14.1	Adım Adım Kontrol Kartlarının Doldurulması	44
Şekil 3.14.2	Adım Adım Kontrol Kartlarının Doldurulması	45
Şekil 4.1	Kontrol Kartları Hata Mesajları	50
Şekil 5.1	Akson Alt Kol Kontrol Kartı	53
Şekil 5.2	Takviye Şanzıman Desteği Kontrol Kartı	54
Şekil 5.3	İzalatör Destek ve Tutucu	55
Şekil 5.4	Ön Amortisör Üst Bağlantı İçin X-R Kartı Örneği	57
Şekil 5.5	Bijon Somonu X-R Kontrol Kartı	58
Şekil 5.6	Bijon Somonu X-R Kontrol Kartı	59

TABLO LİSTESİ

Tablo No :	Açıklama	Sayfa No
Tablo 2.1	Tornadan çıkan Bir Mil Op. Ait Değerler	14
Tablo 2.2	Frekans Serisi Şeklinde Düzenleme	14
Tablo 2.3	Gruplandırılmış Seri Gösterimi	15
Tablo 2.4	SPC ile Kullanılan Diğer Araçlar	16
Tablo 2.5	Histogram Gruplamada Kullanılan Klavuz	17
Tablo 3.1	Tornadan çıkan Bir Mil Op. Ait Değerler	25
Tablo 3.2	Verilerin Kontrol Kartı Formatında Düzenlenmesi	26
Tablo 3.3	İki Serinin Aritmetik Ort. Göre Mukayesesi	27
Tablo 3.4	Ortalamaların Karşılaştırılması	28
Tablo 3.5	İki Serinin Mukayesesi	29
Tablo 3.6	Standart Sapma Hesabında Kullanılan Katsayılar	29
Tablo 3.7	Nicel - Nitel Kontrol Kartları	42
Tablo 5.1	SPC Semineri Katılım Takip Dosyası Örneği	52
Tablo 5.2	Cp - Cpk Değerleri Yayın - Kayıt Tablo Örneği	56

Özet

Tez konusu olan SPC yani kısaltımın açılımı olan İstatistiki Proses Kontrol , günümüzde gerekli olan değişimin sanayiye yansımalarının neticesinde, bu gerekli değişimin sağlanması , rekabet ortamlarında müşteriye , isteyebileceğinin en iyisini , ona en uygun şartlarla sağlamada , kullanılan yeni bir kontrol tekniğidir.Türkçe kısaltama olarak İPK kullanılması düşünülmektedir , her ne kadar çok yeni bir kavram olmasa da uygulamalardaki başarısı ve uygulamaya geçişi yeni olduğundan yurtdışında da tanınması son 8 yıllık bir gelişmedir ve Türkçe yede bu esnada tercümesi tam olarak geçmemiştir.Son olarak Brisa önderliğinde , Sabancı Holding te ve KOÇ2000 projesi ile Koç Holding te ve dolayısıyla bu ana sanayilere bağlı yan sanayilerde de konu olan Toplam Kalite , anlayışı sırasında , konu popüler olunca , KOGEM tarafından İPK olarak tercüme edilmiş ancak halen sanayide pratik bir kolaylık getirmediğinden SPC olarak anılmaktadır ve tez içerisinde de SPC olarak kullanılmıştır.

SPC de en önemli nokta klasik sistemin aksine , parçayı imalat sonrası kontrol etmek yada diğer bir deyimle seçmek yani hatalılardan,doğru parçaların ayıklanarak müşteriye doğru parçalarla beraber, hatalı parçaların fiyatında fatura edilmesinin yerine , hatalı parçayı üretmemek üzerine kurulu önleme tekniğinin uygulanmasına yardımcı olan bir araç olmasını sağlayan toleranslardan farklı , kontrol limiti kavramıdır.

SPC kısaca , prosesin istatistik metodlar yardımıyla hesaplanan , limitlerde kalıp kalmadığını kontrol eden , hatalı parçayı üretmeye engel olmak için erken uyarı mesajları veren bir tekniktir.SPC nin aşamaları kısaca ; SPC yapılacak noktanın ve bu noktadaki karakteristiğın tespiti , yetenek çalışmalarının tamamlanması , kontrol limitlerinin hesaplanması ve hesaplanan bu kontrol limitleri yardımıyla üründen gelen geribesleme sistemiyle , prosesin kontrolünün o işi , prosesi yapan eleman olan işçi tarafından kontrolünün sağlanmasıdır.Kontroller sağlandıktan sonra hedef " Müşteri Memnuniyeti " doğrultusunda , gelişmelerin yapılmasıdır.

SUMMARY

In this thesis , main subject is more than a direct theory , but a system change , a tool for a system change as well. In order to explain the use of this tool , the SPC where , it is the abbreviation of Statistical Process Control , the short history about quality is given first , also to understand the need to use SPC is tried to be given by the Japanese system , and the idea of " Need For Change ". And finally the index , the helpfull tools for making SPC , commands for the system and an implementation example in a newly changed automotive plant is given in the following pages of the thesis.

In the summary part the flow of action will be the same as the thesis. SPC is though , not a very newly introduced tool , it is somehow newly understood as a very usefull tool especially for the European , American and Japanese Automotive industries . Now i belive it will be a very popular tool also in Türkiye , during the new mentatlity and trying to get quality certificates and awards such as ISO 9000 , Q1 , etc.

As indicated above SPC is the abbreviation of the word Statistical Process Control and can be summarised as using statistical methods for controlling the proses from the basis of the process outputs , but specially interested in the procecc not the product.

SPC is a usefull tool , but like every tool a sufficent management idea and company philosophy is required to transfer it to a living helpfull tool , otherwise it will only be usefull tool in the theory. For this the phlosphy of FORD Motor Company is herebelow given. The same philosophy is accepted by OTOSAN.

Ford Motor Company Operating Philosophy

THE OPERATING PHILOSOPHY OF FORD MOTOR COMPANY IS TO MEET CUSTOMER NEEDS AND EXPECTATIONS BY ESTABLISHING AND MAINTAINING AN ENVIRONMENT WHICH ENCOURAGES ALL EMPLOYEES TO PURSUE NEVER - ENDING IMPROVEMENT IN THE QUALITY AND PRODUCTIVITY OF PRODUCTS AND SERVICES THROUGHOUT THE CORPORATION , ITS SUPPLY BASE AND , ITS DEALER ORGANIZATIONS.

The Ford Operating Philosophy of " Never Ending Improvement " is applicable to all forms of manufacturing operations. An integral part of that philosophy is the use of statistical techniques to control manufacturing processes.

The last word "Never Ending Improvement" is the key point , not only for SPC but for every tool such as QFD , DOE , FMEA and etc.

The levels of Quality in the world has mainly been divided into 4 categories:

1-The Product Orientation , where only the final product is controlled and the idea of "DETECTION" is the king. In this system it is allowed and accepted to make some % of rejected , scrap parts. Because control of the parts is after the production it is like counting the dead soldiers after the war.

2-System Orientation , a more powerfull detection system , can also be considered as filtering , controls are made during raw-material income and between operations. Still 100 % inspection is required to protect the customer from the scraps

3-Process Orientation , the beginning of the "Prevention Techniques" , also the starting point of SPC , if compared the previous step , item 2 was like filtering the river not avoiding it to be wasted , so the more waste mixed with river , requires the more filtering units. But in this step the idea is to control the " 5 " main inputs of the process by examining the products and making an on-line feedback system. In this step , SPC , FMEA , QFD and other tools are used for this feedback reseting system.

4-Customer Orientation , the problem in the third step was , the answer of the question " Who is the king ? , Who will decide what to do ? , Who determines the quality level ? " . The answer of this question for step 3 is the Management , (Plant Mangers - General Manager) , which is not enough , the point of view , the requirements of the customer should be included in the system. In step 4 the cycle is now been closed by the idea " Customer is the King " , so the circle is now been closed and this is therefore might be called as " Total Quality Management ".

After a gaze at the quality levels in the history , we can talk about a seperation , mentality based on the idea of " Prevention " versus " Detection ". For a classic engineer , generally considered as an American , the limits are the specification limiti , called also as tolerances. If a part is in tolerance it is good , but if it is out of tolerance it is not only bad but also a scrab , a waste.

Here we come to the difference point between the Control Limits and the Specification Limits , which will be shown as CL and SL respectively. For a Japanese engineer the limit is the CL , here also we should explain the meaning of the CL , according to Gauss in the planet called earth , everything happens in a random probability system which can be resumed as the Normal Distribution , as if we gather data about the heights of the male people in a country , the distribution will be a normal one which means we will have for example lot of man , tall is 1.70 m , whilst less man , tall is 1.80 m or 1.60 m . If we have a very mixed data such as for every height we have the same number of man , it is not logical the cause is ; the man we gather data are from mixed nations. So for the statistical point of view the distribution in normal conditions can be resumed as the average ± 3 standart deviation. Which corresponds to nearly 99.7 % .

It is the same for a process, if we can control the changes in a process for the general causes, which are the allowed changes for process, the outputs will be as in the previous example, and by the formula $\bar{X} \pm 3s$, we can reach the control limits for the process in normal conditions, in the first part of the development of thesis, the subject called Capability is given, according to this the CL found should be smaller than the SL given in order to have accepted parts and to have Capability. So it will be clear that we will have some smaller limits called CL. In normal conditions the outputs of the process is accepted to be in this limits, 99.73 %

A Japanese engineer will take precautions when he see a part below the CL, though it is still an accepted part according to SL, but a symptom of not normal condition. He will reset his process before having rejected parts, having no waste while the classical engineer will wait for resetting his process till he recognizes the rejected part or parts. Japanese people call such plants producing rejected parts as BLACK FACTORY.

The need for change is simple "To reduce the cost, to reach the customer with lower price, higher profit than the rivals in the market". Can we do that only with SPC, the answer is also simple "No", but it is a tool to be better than the rivals. The story given herebelow can make the subject easier to be seen. One Japanese and one American boy was making a camp and were walking in the forest when they heard the groaning voice of a lion, Japanese guy quickly sat down and began to wear his sport shoes, naturally the American asked him with a mocking manner "Do you think you can run faster than the lion with these shoes?", the answer was simple but not expected, he said "I only expect to run faster than you!". The first step in the never ending improvement philosophy is to be better than the rivals, the second step is to be the best for the point of the customer.

After trying to talk about the Need For Change and Need For SPC, we can talk about the steps of SPC. The first step is the choose of the points to be controlled by SPC. This is done by a team, called the SPC team, one of the newly introduced subject is the team work not one man show. The concerns, problems gathered from the customer complains, in plant concerns, both real and potential; are put on the table, from this concerns the SPC team selects the points and the characteristics in the process which is the cause for the concern, after selection for example a torque operation, data are been collected for the capability works, first the Machine Capability, and then the Process Capability, is calculated with the formulae of the indices C_m , C_{mk} , P_p , P_{pk} , C_p , C_{pk} .

If this indices show an acceptable value, Control Chart implementation is carried on by calculating the control limits, average value. The improvements to the process should only be thought after the process is stable and in the control limit area. When a process is stable and in the limits of control which in short means process under control; there is few or no special causes affecting the process, the change is purely random because of the general causes.

The commands on the control charts and on the data collected during the capability works are analysed and problems are solved according to the problem solving techniques which are also shortly described in the thesis. Some of these techniques are ;Check Sheets, Pareto Analysis, Flow Charts, Brainstorming,

Nominal Group Technique , Histogram , Cause & Effect Diagrams (Fishbone Diagrams) , Stratification and etc.

In the analysis of the Control Charts after calculating the control limits and passing to the on-going studies , some steps are highly recommended in an order, These techniques which are the messengers of the things gone wrong and things probably can go wrong are resumed with examples in the final-conclusion part of the thesis. Main keys are the points out of the control limits, runs of 7 points , and obvious non-random runs.

One of the most important things in SPC is the calculation of the Control Limits ; in SPC there are 2 Control Limits ; one is for the maximum value and known as Upper Control Limit , the UCL index is used for it and the other one is as expected for the minimum value and called as Lower Control Limit , shown as LCL. It is very important that , after how many values , one calculates the limits ; miscalculated limits are very dangerous in the analysis of the data which will lead the engineer to unnecessary points, take a lot of time to realize it is wrong. It is highly recommended to calculate the UCL and LCL as follows ; First do the machine capability if it is acceptable pass to the process capability works ; initially calculate Pp and Ppk (Proses Preliminary Potential - Real Capability indices) ; this work requires 100 data from a process without any interval, by this one can calculate the limits for a process in a small time interval which will not be the real Control Limits since in the real process time will affect a lot of factors , after analysing the data ; from the same process data should be collected in a 20 days time , again the same amount and the final Control Limits should be calculated also this period is for the calculation of Cp - Cpk ; prior to the exact CL calculations nearly 3 control charts should be filled and analysed ; only after that the CL calculated can be the mirror of the real process , change in time because of the 5 main key points ; the input material, worker, method, machine, environment.

There are two main indices , shows the scrap % and the capability in terms of numbers , practically values greater than 1 is accepted but the target is minimum 1.33 - 1.67 for the Cp - Cpk. The formulae necessary for the indices and the comments according to the values that , those indices have , has been explained detailly inside this thesis.

One of the other critical point in SPC is the education of the workers , SPC has been popular in industry because it can be used by the workers easily . But this is only valid if the worker is trained enough and the personnel in a factory is also well trained. For this also in Otosan , the first goal was to train people beginning from the Process Engineer who will afterwards train their workers. Also it is important to take the Management Support for to make a tool alive as told before. For this a seminary was given to the management committee of Otosan . After completing the training , the capability works were completed and by the help of the Control Charts the control is given to the real workers. Also in the implementation part of this thesis , the evidence for the trainings given by the author of this thesis and the control charts projecting the real process conditions of a factory , can be seen.

The shortest word for SPC is the Change of mentality from Detection to Prevention. After supplying the Prevention techniques a further step is the Never Ending Improvement Philosophy, which will lead our industry to be capable to take a part in the great market war of the world.

Tarkan Üçüncüoğlu
İstanbul 1994



MISSION

Ford Motor Company is a worldwide leader in automotive and automotive-related products and services as well as in newer industries such as aerospace, communications, and financial services. Our mission is to improve continually our products and services to meet our customers' needs, allowing us to prosper as a business and to provide a reasonable return for our stockholders, the owners of our business.

VALUES

How we accomplish our mission is as important as the mission itself. Fundamental to success for the Company are these basic values:

People — Our people are the source of our strength. They provide our corporate intelligence and determine our reputation and vitality. Involvement and teamwork are our core human values.

Products — Our products are the end result of our efforts, and they should be the best in serving customers worldwide. As our products are viewed, so are we viewed.

Profits — Profits are the ultimate measure of how efficiently we provide customers with the best products for their needs. Profits are required to survive and grow.

GUIDING PRINCIPLES

Quality comes first — To achieve customer satisfaction, the quality of our products and services must be our number one priority.

Customers are the focus of everything we do — Our work must be done with our customers in mind, providing better products and services than our competition.

Continuous improvement is essential to our success — We must strive for excellence in everything we do: in our products, in their safety and value — and in our services, our human relations, our competitiveness, and our profitability.

Employee involvement is our way of life — We are a team. We must treat each other with trust and respect.

Dealers and suppliers are our partners — The Company must maintain mutually beneficial relationships with dealers, suppliers, and our other business associates.

Integrity is never compromised — The conduct of our Company worldwide must be pursued in a manner that is socially responsible and commands respect for its integrity and for its positive contributions to society. Our doors are open to men and women alike without discrimination and without regard to ethnic origin or personal beliefs.

Önemli Not:

Tez konusu güncel bir konu olduğundan, bazı teknik terimler İngilizce'de dahi tam oturmamış ve dolayısıyla Türkçe karşılıkları yoktur. Bunlar tez içinde orijinal ve düşünülen Türkçe karşılıkları ile birlikte kullanılmıştır.

Özellikle bazı kısaltma indisleri, ve formüllerde kullanılan indisler literatürün dağılmaması ve konuyla ilgilenenlerin yabancı kaynaklarda yapacakları çalışmalarda , sorunla karşılaşmamaları düşünülmekle ingilizce olan asıllarına sadık kalınarak , kısaltmalarda da orijinal karakterler kullanılmıştır.

Bölüm 1.Giriş

1.1 Kalite-Müşteri Beklentisi

Kalite belkide son yüzyılda tanımını en çok değıştiren terim olmuştur. Son Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management) anlayışında kalite kısaca, müşteri isteklerinin müşterinin talep ettiğı en uygun şartlarla sağlanması olarak ortaya çıkmaktadır. Burada müşteri isteğinin temini, yetmemekte, ' MÜŞTERİ TATMİNİ ' denen kavram ortaya çıkmaktadır.Ayrıca müşteri terimide, yeni anlamlar kazanmaktadır.Günümüzde iki tip müşteri temel olarak düşünölmektedir, ilki final müşteri olan ,ürüne sahip olabilmek için bedelini üretici firmaya ödeyen nihai müşteridir, bu kavram daha önce de bilinmekteydi, bu kavrama ilşave olan ikinci anlam ise ; müşteriye , proseste birbirini takip eden departman yada kişi olarak tanımlamaktadır. Bir örnek vermek gerekirse, İmalat Bölümü, Giriş Kalite Kontrol bölümünün müşterisidir. [1]

Tarih içinde kalite'nin geçirdiğı safhalar şu ana başlıklarda toplanabilir;

1. Ürün Oryantasyonu, (Product Orientation)
2. Sistem Oryantasyonu (System Orientation)
3. Proses Oryantasyonu (Process Orientation)
4. Müşteri Oryantasyonu (Customer Orientation - TQM)

Bu başlıklar dışında, 1960-70'li yıllarda, Türkiye'de ortaya çıkan bize özel bir "AED Sistemi" mevcuttur. Bu "Alan Enayi Düşünsün" prensibine dayalı sistem, maalesef uzun bir süre sanayimiz tarafından kullanılmıştır.

Bu sistem haricindeki Dünyanın kabul ettiğı 4 ana başlıkta da amaç, kaliteyi korumaktır. [2]

1.Ürün Oryantasyonu Klasik Kalite Kontrol dediğimiz; üret - %100 kontrol et - hatayı bul - ve ayıklama sonrası O.K. malı müşteriye ver prensibidir.

Ülkemizde yaygın kullanıma sahip bu sistem, üretici firmaya büyük maliyetler getirmektedir. Bunlar, Kontrol Maliyeti, Hatalı Parça Üretim Maliyeti, Tashih Maliyeti v.s. En büyük deavantajı ise, hatalı üretimin tüketiciye kaçma ihtimali yüzdesinin fazla olmasıdır.

2.Sistem Oryantasyonu Bu sistem, bir numaralı sistem sonrası uygulanmaya başlanan ve imalat esnasında kontrolü hedefleyen frekanslı kontrol prensibidir.Kontrol için belirli sistemler devreye alınır.Yan sanayi denetimi , Giriş Kalite Kontrol , Final Kalite Kontrol ve imalat aralasında frekanslı kontrol bu sistemlerden bazılarıdır. Burada belirli noktalara filtreler konulduğu düşünülerek hata yapma ihtimalini kısıtlamak ve ara operasyonlarda kontrol maliyetini , %100 kontrolden frekanslı kontrole geçerek düşürmek hedeflenmektedir. Bu sistemde bir kaç hatalı parça üretildikten sonra, prosesteki hatanın bulunarak düzeltilme,ihtimali gündeme geldiğinden 1. bölümdeki tüm gider maliyetleri azaltılmakta, hatalı parça oranının düşürülmesiyle, tüketiciye kaçabilecek ürün yüzdesi de azalmaktadır. Türkiye'de ana sanayideki sistem genelde budur.Genelde bu sistemle çalışan firmalarda Kalite Güvence ve Kalite Güvenilirlik kavramlarına ve hatta departmanlarına rastlanabilir.

3.Proses Oryantasyonu Bu sistem tamamen proses ve idarenin kontrol edilmesi, üretilen ürünün, üretim yapanın, makina ve insanın denetlenmesidir.Bu sistemle beraber klasik kontrol yöntemlerinde bulunmayan yeni bir limit ' KONTROL LİMİTİ ' , kavramıda ortaya çıkmaktadır.Bu sistemde hedef hurda üretmeden , hurda üretim sinyali prosesden , erken uyarıyla alıp hurda parça üretiminin karşısına geçmektir.Tez konusu SPC bu sistemin bir parçasıdır. Amaç hatasız ürün üretmek, parça ayıklamak değil, proses onaylamaktır.Klasik yöntemlerde parçalar spesifikasyon-resim limiti denilen , dizayn toleranslarına göre mukayese edilerek , kontrol edilmekte dolayısıyla limiti dışına çıkan parça hurda olmaktadır.Bu yeni sistemde ise resim toleranslarından daha dar olan ve prosesdeki değişimlerin istatistik metodlar kullanılarak analizi sonucunda hesap edilen Kontrol Limitlerine göre değerlendirme yapılmakta ve Kontrol Limiti dışında ki bir parça , ikaz olarak değerlendirilirken , kendisi de

4. Toplam Kalite Yönetimi ya da Müşteri Oryantasyonu Günümüzde Dünya'yı kasıp kavuran, Ülkemizde de sıkça konuşulan, konuşulması moda olan ve ilk Japonların uygulamaya başlatdığı, Japon mucizesi adı verilen bu sistemin kökleri, 2. Dünya Savaşı sonrasına Deming'in ortaya atmasına dayanır. Daha sonra Japonlar tarafından geliştirilmiştir. 3. sistemden en büyük farkı, kalite müşteri beklentisi kısmında kısaca belirtilen müşteri anlayışının ve bu anlayışın simgesi olan müşterinin direkt sisteme katılmasıdır. Amaç müşterin isteğini ona en uygun şekilde sağlamaktır. Ürün parçalardaki değişim kararını müşteri vermekte ve sistem kapalı çevrim haline dönüşmektedir.



1.2 Japon Mucizesi

Bundan 20 yıl öncesinde, birine Japon malı direkt olarak Tapon Malı sözünü çağrıştırmakta, SONY ' den başka iyi bir Japon firması akla gelmemekte idi. Ancak günümüzde özellikle lokomotif sanayi olan otomotiv sanayindeki Japon mucizesi, aradaki gelişmenin en güzel örneğidir.

Japonlar ne yapmışlardır? Aslında yapılan basittir. Toplam Kalite anlayışını, bir idare sistemi olarak başarılı bir şekilde kullanmışlardır.

Japonlar Kalitesizliğin maliyetinin farkına varmışlardır. Kara fabrika (Black Factory) bir yapı deyimidir. Söz gelişi, bir fabrika %10 hurdayla çalışıyorsa ve 100 ürün yaptıysa, 10 tanede hurda yapacaktır. Bu 10 hurda ürün için işçi, malzeme, zaman harcanacaktır. İşte hurdaları üreten bu fabrikaya Japonlar "Kara Fabrika" demektedirler. Bu yüzdendir ki, olimpiik sıfırlardan biri olan "O Hata" hedefidir.

Hatanın üretici firma için tek bir anlamı vardır, maliyet ve bu maliyetide hiç bir zaman kendisi ödemez , yükümlü tüketicidir. Şekil 1.1 de hatanın maliyeti şematik olarak gösterilmiştir.

Hatanın Maliyeti :



İmalatta



Seçilirse



Müşteriden
Dönerse

OTOSAN A.Ş. İSTANBUL FABRİKASI

Şekil 1.1

Hatanın Maliyeti

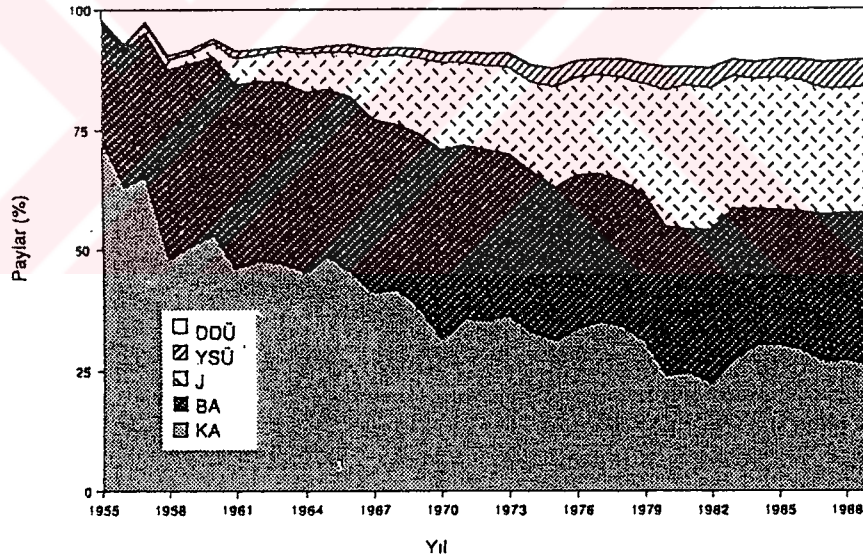
Hatalı ürün miktarı, tashihli ürün miktarı azaldıkça, bunların oluşturduğu ve hatasız ürünlere dolaylı olarak eklenen maliyet azalacak, daha iyi daha ucuza tüketiciye ulaşacaktır.

Japonların hatalı ürün hakkındaki bir hikayesine konuyu yeterince vurgulayacağı düşünülerek, burada kısaca yer verilmiştir.

Bir Amerikan firması, bir Japon firmasından belirli bir ürünü % 5 hata oranında almayı kabul etmiştir. Ancak Japonlar bu % 5 hata oranını anlayamamışlar ve gönderdikleri 10.000 adetlik partiye, 500 adetlik hatalı ürünü de özellikle imal ederek partiye ilave edip göndermişlerdir.

Şekil 1.2 ' de Japonların otomotiv piyasasındaki gelişmelerini gösteren bazı grafiksel veriler görülmektedir. [3]

Bölgelere Göre Dünya Motorlu Araç Üretim Payları, 1955-1989



Not: Bu rakamlar, üç ana bölgede, bu bölgelerde faaliyette bulunan tüm şirketlerce üretilen tüm araçları kapsamaktadır. Ayrıca, yeni sanayileşen ülkelerin ve dünyadaki diğer ülkelerin üretimini gruplandırmaktadır.

KA = Kuzey Amerika= Birleşik Devletler ve Kanada

BA = Batı Avrupa, İskandinavya dahil

J = Japonya

YSÜ = Yeni sanayileşen ülkeler, özellikle Kore, Brezilya ve Meksika

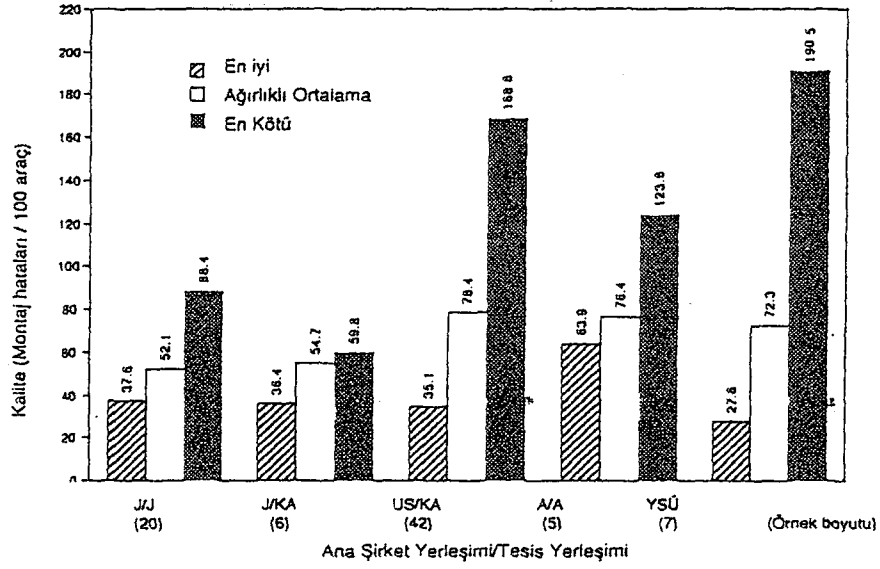
DDÜ = Dünyanın diğer ülkeleri Sovyetler Birliği, Doğu Avrupa ve Çin dahil.

Kaynak: Yazarlar tarafından Automotive News Market Data Book, 1990 baskısı, S.3'ten hesaplanmıştır.

Şekil 1.2

Japonların Otomotiv Piyasasındaki Gelişmeleri

Montaj Tesisi Kalitesi, Yüksek Miktarda Üretim Yapanlar, 1989

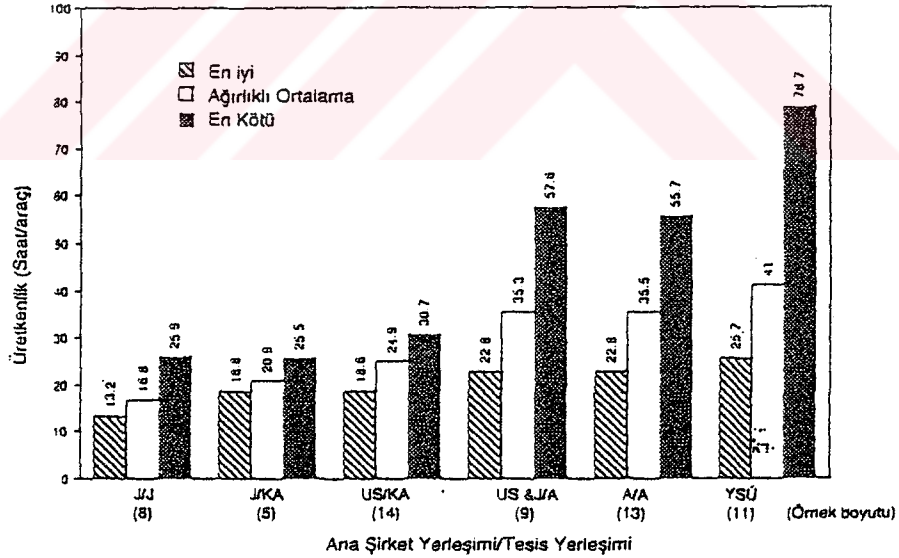


Not: Kalite, kullanım ilk üç ayında araç sahipleri tarafından bildirilen, montaj tesisine kadar izlenebilen, her 100 araçtaki arıza sayısı olarak belirtilmiştir. Raporlar sadece ABD'de satılmış araçları kapsamaktadır.

Kaynak: UMAP Dünya Montaj Fabrikaları Araştırması. J.D. Power ve Ortakları tarafından sağlanan özel bir montaj tesisi hata tabulasyonu kullanılmıştır.

Şekil 1.3 Japonların Otomotiv Piyasasındaki Gelişmeleri

Montaj Tesisi Üretkenliği, Yüksek Miktarda Üretim Yapanlar, 1989



Not: Yüksek Miktarda Üretim Yapanlara, Amerikan "Büyük Üçlüsü"; Avrupa'da Fiat, PSA, Renault ve Volkswagen; ve Japonya'daki tüm şirketler dahildir.

J/J = Japonya'daki Japon sahipli tesisler

J/K/A = Kuzey Amerika'daki Japon sahipli tesisler. Amerikan firmaları ile ortak olan yatırım tesisleri dahil.

US/K/A = Kuzey Amerika'daki Amerikan sahipli tesisler

US & J/A = Avrupa'daki Amerikan ve Japon sahipli tesisler

A/A = Avrupa'daki Avrupalı sahipli tesisler

YSÜ = Yeni sanayileşen ülkelerdeki tesisler: Meksika, Brezilya Tayvan ve Kore.

Kaynak: UMAP Dünya Montaj Fabrikası Araştırması

Şekil 1.4 Japonların Otomotiv Piyasasındaki Gelişmeleri

Bölüm 2. SPC İstatistiki Proses Kontrol

2.1 SPC Nedir ? Kim , Neden Kullanır ?

SPC İstatistiki Proses Kontrol ' ün ingilizce karşılığının baş harflerinin (Statistical Process Control) kısaltılmasından oluşan bir terimdir ve her ne kadar Türkçe kısaltmasının IPK olması düşünülse de , bu çalışmada SPC olarak kullanılacaktır.

SPC; proses değişkenliklerinin dağılımını analiz eden, genel sebeplerden özel sebeplerin ayıklanmasını sağlayan bir araçtır. Günümüzde Kalite anlayışı, hatalıyı seçmek (ayıklamak) değil, hatayı önlemek üzere kurulmuştur. SPC de hatayı oluşmadan, prosesi kontrol altında tutan, prosesin gidişatını; olasılık ve istatistik hesaplarına dayalı olarak analiz etmeye yarayan bir araç, bir metottur.

Temel kullanım amacı, maliyetleri düşürürken hatalı parça imalatını engellemek, proses hakkında bilgi vermektir. SPC'yi kimlerin kullanacağını daha rahat açıklayabilmek için, yeni bir ürünün devreye alınmasını özet bir şekilde inceleyecek olursak.

Bir ürünün tasarımından önce pazar araştırması yapılır, pazar araştırması olumlu sonuçlar getirdiğinde, ürünün dizayn aşaması başlar. Müşteri beklentileri ve istekleri doğrultusunda, dizayn mühendisleri ürünü dizayn ederler. Sıra üretim için gerekli metodolojik yaklaşımların yapılmasına ve kalite kriterlerinin tanımlanmasına gelir. Kritik belirgin özellikler, kalite ve üretim teknolojisi açısından değerlendirilir, prototip üretilir, seri imalata giriş JOB 1 uygulanır. Artık ürün seri imalata hazırdır, bu aşamada proses yetenekleri belirlenir (seri imalat için), seri şekilde üretim ve varsa kontrol başlar. Burada en azından dizayn kalitesine ulaşmış, ulaşılmadığını belirten kriterler kullanılır. Son aşama, Müşteriye ürünü sunma ve olası hatalara yada isteklere cevap verecek son ağın çalıştırılmasıdır.

Bu yukarıda belirtilen aşamaları bir şemayla gösterirsek, SPC kullanımı daha belirgin olarak anlaşılabilir. Şekil 2.1. Ayrıca Şekil 2.2 de SPC yi oluşturan ana kavramların alt detayları da kısaca şematik olarak gösterilmiştir.

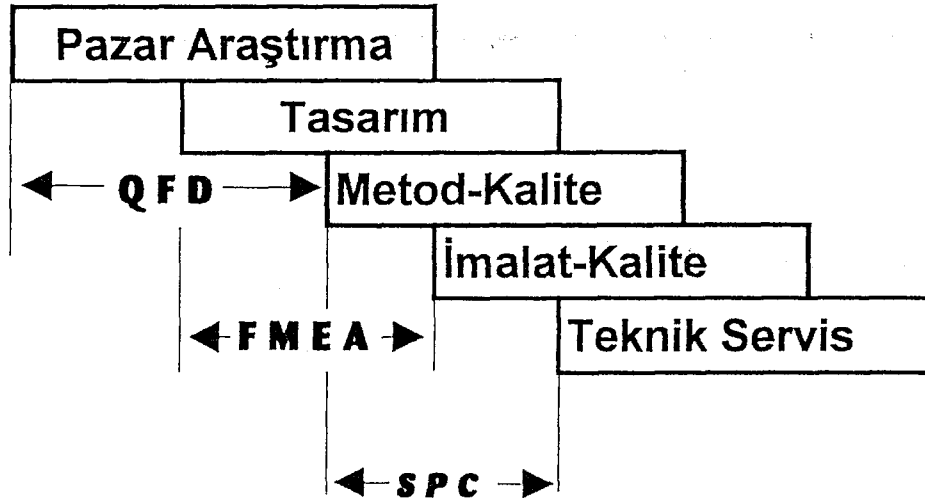
SPC'nin aşamaları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir. İlerleyen bölümlerde her aşama detaylı olarak incelenecektir.

1. Kritik ürün seçimi
2. Kritik üründeki, kritik karakteristiklerin seçimi,
3. Seçilen karakteristiği etkileyen proseslerin tanımlanması,
4. Tanımlanan proseslerde, sırasıyla makina ve proses yeteneklerinin tespiti,
5. Eğer yetenekli ise, kontrol kartlarıyla proses gidişatının incelenmesi,
6. Sürekli gelişme prensibinde, prosesteki sapmaları azaltma çalışmaları,

SPC ye başlamanın ilk noktası ; SPC yapılacak prosesin tespitidir, bunun için Şekil 2.3 de şematik olarak gösterilen , departmanlardan direkt müdürler yada departmanı delege eden şahıslar bir toplantı yaparlar. Bu toplantıya ; müşteri şikayetleri , fabrika içi problemler (halehazırda yaşanan ve yaşanması muhtemel potansiyel problemler), getirilir. Bölüm 2.3. de açıklanacak olan problem çözme tekniği araçlarından seçilen bir metodla , müşteriyi direkt ilgilendiren, fabrika içinde hata sonrası tashih işlemi en zor ve pahalı olan , problemler vehamet sırasında öncelikli olarak , sıralanırlar. Bu problemler, bu sıralama sonrası analiz edilirler.

Analiz sonucunda , o probleme ait proses, o proses de konu problemi etkileyen karakteristik belirlenir. Söz gelimi bijon torku, boya kalınlığı, kaynak punta adedi gibi. Daha sonra sırasıyla ileride geniş bir şekilde anlatılacak olan makina - proses yetenek çalışmaları tamamlanır, sonuçlar gerekli indislerin sayısal karşılıkları sayesinde analiz edilir, ve kontrol kartlarına geçilir. Kontrol kartlarında , seçilen özelliğe uygun kontrol kartı bulunur, ve ileride kontrol kartları kısmında anlatılacak olan 3 aşamalı geçiş tamamlanır. [2]

Bu geçiş sonrası sonuçlar analiz edilerek , gerekli düzenlemeler yapılır ve prosesden çıkan parçalarda , parçalar arası değişim minimum olacak şekilde çalışmalar sürdürülür.



ÜRÜN GELİŞTİRME VE İMALAT SAFHALARI - KULLANILAN ARAÇLAR

QFD	QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT
FMEA	FAILURE MODE & EFFECT ANALYSIS
SPC	STATISTICAL PROCESS CONTROL

Şekil 2.1 Ürün Geliştirme Safhaları

S	P	C
İSTATİSTİKİ	PROSES	KONTROL
VERİ TOPLAMA NORMAL DAĞILIM ORTALAMA STANDART SAPMA RANGE	MAKİNA METOD MALZEME İNSAN ÇEVRE	TORKMETRE KUMPAS VS. 3D ÖLÇME ALETİ KONTROL LIM. HESAP. KARTLARIN YORUMU DÜZELTME

Şekil 2.2 SPC ' yi Oluşturan Ana Kavramlar

2.2. Temel İstatistik

İstatistik kelimesi günlük dilde belirli bir olay hakkında toplanmış rakamlar topluluğu olarak tarif edilebilir.Örneğin bir fabrika da işçilerin gelmediği günlerin sayısını veren rakamların devam istatistiği olarak nitelendirildiği görülebilir.

Diğer taraftan istatistik kelimesi kendine özgü terminolojisi , yöntemleri ve bilgileri olan bir konu veya metodoloji anlamına gelir.Örneğin yan sanayiden gelen bir parti maldan alınan örnek üzerindeki ölçmelere dayanarak , gelen parti hakkında yorum yapma ve sonuç çıkarma prosedürüne de istatistik denir.

Bu açıklamalar sonrası istatistiğin genel tanımı :

Kollektif olayları araştırmaya özgü, çok sayıda birimi gözlemek , saymak veya ölçmek,sonuçları sınıflayıp analiz etmek yoluyla çalışan bir teknik, bir yöntemdir.

İstatistik ;az sayıda elemandan (örnek) hesap edilen ve az sayıda elemanın alındığı yığını (ana kütle) belirli bir hata ile temsil edebilen karakteristik ölçülerin hesaplanmasını sağlayan yöntemler topluluğudur. [4] , [5]

İstatistikde kullanılan ana kavramlara geçmeden önce SPC de kullanılan ve sistemin bel kemiği olan Özel ve Genel Neden tanımlarını anlamak, istatistiğin kavramlarının SPC de kullanılmasındaki amacını daha iyi anlatacağından gerekli bulunarak burada verilmiştir.

Genel Nedenler :

Prosesi etkileyen , faktörlerin hepsinde sürekli varolan nedenlerdir.Bunların varlıkların belirlenmesi ve etkilerinin , giderilmesi ölçülmesi oldukça güçtür. Genel nedenleri belirleyip etkilerini gidermeye çalışmak , hem teknik hem de ekonomik açıdan mümkün değildir.Bunların olay üzerinde hangi limitler arasında değişimler meydana getireceğini bilmek ve bunları kontrol altında tutmak her bakımdan daha uygun olur.

Özel Nedenler :

Üretim faktörlerinden sadece bir veya birkaçında , zaman zaman araya giren aksaklıklardır. Etkileri nispeten büyük ölçüde değişimler meydana getirir. Özel nedenlerin varlığını belirleyip ortadan kaldırmaya çalışmak mümkündür. Olaydaki değişimler belirli limitlerin dışına çıktığında, olaya etkileyen özel faktörlerin var olduğuna karar verilir ve gerekli işlemlerde bulunur.

Değişkenlik tam olarak önlenemediğine göre standartlardan ne ölçüde sapmanın hoş görülebileceği ve hangi aşamada gerekli önlemlerin alınacağı önceden belirlenmelidir. Genel nedenlerle , Özel nedenleri kısaca anlattıktan sonra , istatistiğin temeli olan veri toplama ve toplanacak verinin derlenmesi, bu derlemeler sonucunda gerekli istatistik değerlerin hesabına geçilebilir.

Belirli bir amaçla yapılan ölçme sonucunda elde edilen değerler (veriler) çoğu zaman herhangi bir şekilde sıralanmış değildir.

Bu verileri analiz edebilmek, değerlendirebilmek için verileri ilk aşamada istatistiksel bir seri haline dönüştürmek, ikinci aşamada ise bu serinin grafiğini çizmek gerekmektedir. Böylece gerek örnek gerekse ana kütle hakkında çeşitli özelliklerin ortaya çıkarılabilmesi mümkün olur. [5]

Seriler gözlem sonuçlarının, başka bir deyişle toplanan verilerin sınıflandırılmasıyla oluşur. Serileri oluşturan rakamlardan her birine terim adı verilir. Bir seri bir çok terimden meydana geldiği için, olayın gerek yapısı gerekse değişimleri hakkında daha kapsamlı bilgiler verir ve bunların daha iyi kavranabilmesine yardım eder. Bu nedenle seriler olayları temsil ve ifade bakımından tek tek rakamlara oranla daha anlamlı ve değerli olup, istatistik analizlere dayanarak oluşturulurlar. [4] , [5]

İstatistiksel seriler;

- Mekan serileri
 - Zaman serileri
 - Bölünme serileri
- olmak üzere 3'e ayrılır.

Bölünme serileri ise ayrıca kendi arasında 3 e ayrılır;

- * Basit seriler
- * Frekans serileri
- * Gruplandırılmış seriler

SPC de kullanılacak seriler ,bölünme serileri olduğundan burada biraz daha detaylı olarak bu seriler anlatılacaktır.

BASİT SERİ

Bir istatistik serisinde yer alan elemanların yalnız bir defa mevcut olması halinde meydana gelen seriye basit seri adı verilir. Basit seriler çok miktarda ham bilgiyi kolayca anlaşılabilir ve işlemlere elverişli şekle sokamadıklarından yararları sınırlıdır.Sayfa 14 de Tablo 2.1 de toplanan verinin basit seri biçiminde gösterimi görülmektedir.

FREKANS SERİSİ

Bir araştırma sonucunda elde edilen bilgilerin içerisinde birden çok tekrarlanan bilgiler yer alabilir. Diğer bir açıklama ile, bir veya birden çok değer bir küme içerisinde yer alabilir. Verilerin bu şekilde sunulduğu aslında bunların birden kavranılmasını ve elde edilen bilginin yorumlanmasını güçleştirmektedir. Bu durumda bilgiler kümesinin belli bir kurula göre düzenlenmesi gerekli olmaktadır. Düzenlenmiş bilgiler ile analiz yapma olanağı ortaya çıkar.

Elle alınmış olan vafın, gözlenen değerlerini tekrar tekrar yazmak yerine, her terim bir defa yazılır ve her terimin kaç tane olduğunu veya kaç defa tekrarlandığını gösteren sayıya da frekans adı verilir. Bu tür serilerde frekans serisi olarak adlandırılır.Basit seride verilen örnek frekans serisi şeklinde yazılırsa takip eden sayfadan görüleceği gibi okuması daha kolay bir hale gelir.

Tornadan çıkan bir mil operasyonuna ait değerler aşağıda verilmiştir Basit seri örneği şeklinde veri karışık olarak toplanmıştır.

Tablo 2.1 Tornadan Çıkan Bir Mil Op. ait Değerler

25,13	25,13	25,13	25,15
25,11	25,12	25,13	25,15
25,11	25,11	25,10	25,12
25,13	25,14	25,10	25,13
25,12	25,15	25,16	25,13
25,14	25,13	25,12	25,12
25,16	25,10	25,13	25,14
25,14	25,12	25,10	25,13
25,14	25,15	25,15	25,13
25,12	25,11	25,14	25,16
25,10	25,13	25,13	25,12
25,09	25,11	25,12	
25,17	25,14	25,11	

Aynı verinin frekans serisi halinde düzenlenmiş olanı aşağıda görüldüğü gibi okuma açısından daha elverişlidir.

Tablo 2.2 Frekans Serisi Şeklinde Düzenleme

Değerler	Frekans
25,09	1
25,10	4
25,11	6
25,12	9
25,13	13
25,14	7
25,15	6
25,16	3
25,17	1

Toplam Frekans 50

GRUPLANDIRILMIŞ SERİ

Frekans serileri, basit serilere göre kavranılması daha kolay olmakla beraber, yine de ayrıntılı sayılabilir. Bu durumda elde edilen bilgiye göre hazırlanacak olan tablo çok büyük, dolayısıyla bu verilere ilişkin yeterli bir fikir edinmek son derece güç olacaktır. Bu bakımdan, prosesden alınan örnek sayısı arttıkça, ya da ölçüm değerleri birbirinden çok farklıysa, çeşitli istatistiksel hesaplamalar yapabilmek için, frekans serisinden yararlanmak yerine, veriler belli aralıklar içinde kalan şıklara göre bir sıralamaya tabi tutularak, gruplandırılmış seri meydana getirilir.

Bu istatistik seride yer alan terimlerin belli bir kurala ve sınıf denilen belli sayıdaki aralıklara göre ve seride yer alan frekansların bu sınıflara göre düzenlenmesinden meydana gelen serilere, gruplandırılmış seri denir. Bu tür serilerin düzenlemesindeki amaç, istatistik analizler için yapılacak olan işlemlerde basit ve frekans serilerine oranla daha fazla kolaylık elde etmektir.

Tablo 2.3 Gruplandırılmış Seri Gösterimi

ÜCRET (MİLYON TL)	KİŞİ
10 - 14 den az	35
14 - 18 den az	85
18 - 22 den az	50
22 - 26 dan az	23
26 - 30 dan az	7

İstatistik yöntemlerle analiz edilecek olan problemlerin çözümlerinde kullanılacak olan ve çeşitli yöntemlerle elde edilmiş olan bilgilerin, seriler şeklinde düzenlenmelerinden ayrı olarak bilgileri çeşitli şekillerde göstermek mümkündür. Bu çeşitli şekiller topluluğuna grafik denir.

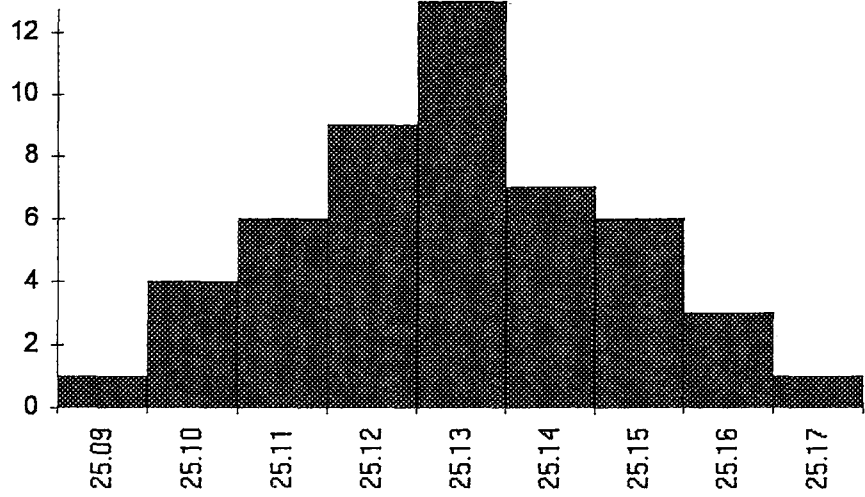
Grafiklerin çeşitleri çok sayıda olmakla birlikte, bugün bu çeşitli grafiklerin amacı aynıdır. Yani grafiklerle bilgilerin gösterilmesindeki ortak amaç, yığın halinde bulunan ve sayısal olarak değerlendirilecek verilerin oluş şekillerini ortaya koymaktır.

Gruplandırılmış seriler birbirlerine bitişik sütunlardan meydana gelen ve histogram adı verilen grafiklerle gösterilir.

Sütunların tabanları yatay eksen üzerine oturtulmuş ve genişlikleri sınıf genişliği kadardır.

Histogram her sınıfın frekansı, o sınıfa ait sütunun boyu ile değil, alanı ile gösterilir. Yani histogramda frekansları sütunların alanları temsil eder. Bu nedenle sınıf aralarının mümkün olduğu kadar eşit olmasına çalışılmalıdır.

Şekil 2.4 Verilerin Histogramla Gösterimi



Histogram çizerken dikkat edilecek bir-iki kural vardır. Bunlardan biri verileri gruplarken kullanılacak, grup adedi seçimi, ikincisi grup adetlerini gösteren skala ile frekansı gösteren skalanın birbirine eşit olması, üçüncüsü ise grup artış değerinin birbirine eşit olmasıdır.

Histogram gruplamada aşağıda verilen tablo klavuz olarak kullanılabilir.

Tablo 2.5 Histogram Gruplamada Kullanılan Klavuz

Toplam veri adedi	Grup Adedi
50 den az	5 - 7
50 - 100	6 - 10
100-250	7 - 12
250 den çok	10 -20

Yada pratik olarak $\sqrt{n}$ de kullanılabilir. Burada n toplam veri adedini gösterir.

Grup adedi bulunduktan sonra, toplam veride ki en büyük değerle, en küçük değer farkı bulunur ve bu fark grup adedine bölünerek artış değeri bulunur. Bu artış değerine göre gruplandırılmış seri hazırlanır ve histogram çizilir.

İstatistik de kullanılan diğer yardımcı araçlar, bölüm 2.3 de kısaca belirtilmiştir. Bunun dışında kalan Aritmetik ortalama, standart sapma, Range (değer aralığı) veri toplama bölümünde detaylı olarak, örneklerle anlatılacaktır. [4]

2.3. SPC İle Kullanılan Diğer Araçlar

SPC , yeni kalite sisteminde kullanılan bir araçtır, aynı SPC gibi bu yeni sisteme hizmet eden diğer araçlarda vardır.Bu araçlardan (tools) bazıları SPC ile beraber , bazıları ise tek başına kullanılabilirler.Bu araçları bir miktar tanımak için tez çalışmasında böyle bir bölüme yer verilmiştir.

Hangi araçların hangi görevlerde kullanılabileceğini gösteren bir tablo aşağıda verilmiştir.

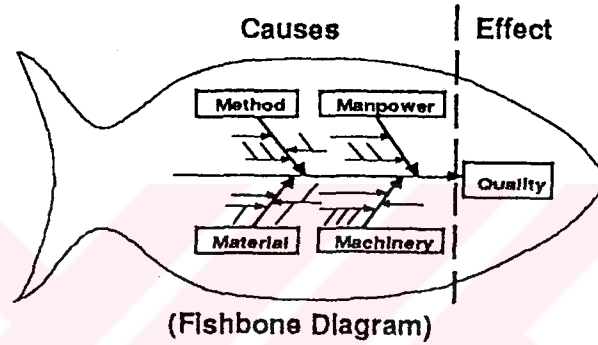
Tablo 2.4 SPC İle Kullanılan Diğer Araçlar

NO	ORJINAL TANIM	TÜRKÇE KARŞILIĞI	OLAY KODLAMASI					
			1	2	3	4	5	6
1	Cause & Effect Diagram	Sebeup Sonuç Diagramı			X			
2	Flow Chart	Akış Kartı	X					
3	Check Sheet	Kontrol Formatı	X	X	X	X		
4	Scatter Diagram	Serpilme Grafiği				X		
5	Pareto Analysis	Pareto Analizi	X	X		X		X
6	Control Chart	Kontrol Kartları						X
7	Brain Storming	Beyin Fırtınası	X		X	X	X	
8	Process Capability	Yetenek Çalışmaları						X
9	Nominal Group Technic	Nominal Grup Tekniği	X			X		
10	Run Chart	Koşu Kartı		X				
11	Histogram	Histogram		X				X
12	Pie Chart	Pay Dağılımı		X			X	
13	Stratification	Stratifikasyon		X				X

Olay Kodu	Olay Açıklaması
1	Önce hangi problemten başlanacak sorusuna cevap arayışında
2	Problemi tanımaya çalışırken ,nasıl başladı, ne zaman başladı gibi sorulara cevap arayışında
3	Problemi oluşturan muhtemel tüm sebeplerin tayininde
4	Problemin ana sebebinin bulunmasında
5	Uygun-efektif bir çözüm ve hareket planı oluşturma safhasında
6	Çözümü uygulama sonrası , değişimleri gelişimleri incelemeye

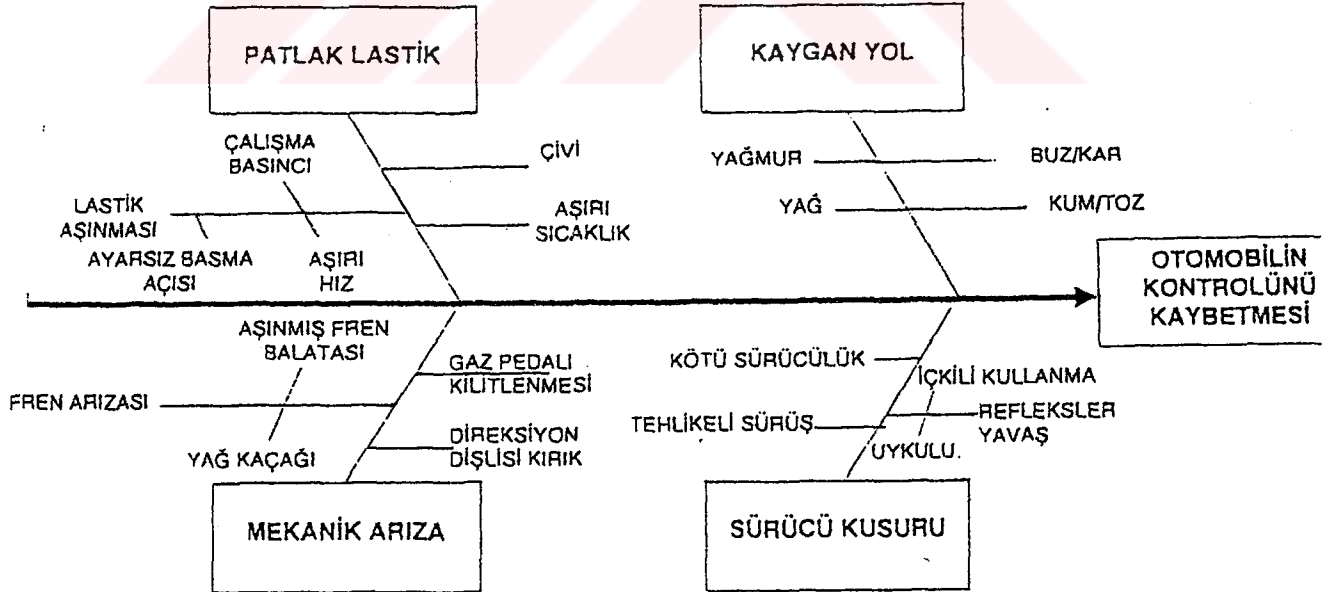
1.Sebeup - Sonuç Diagramı :

Sebeup sonuç diagramları,problemi oluşturan öğeleri ana gruplara ayırarak , bu gruplardaki alt maddelere etki-tepki prensibi benzeri, sonuç-sebeup ilişkisiyle dallandırma sonu çıkan grafiksel anlatımdır.Balık kılçığına benzer bir görüntü sergilediğinden. kılçık diagramı (Fishbone) olarakda anılır.Sağ tarafta sonuç, sol tarafta ise kılçık benzeri grafik elde edilir.Ana gruplar seçilirken 4M yada 4P sistemi kullanılabilir.Aşağıda şematik olarak gösterimi ve bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.5

Balık Kılçığı Diagramı (Orjinal)



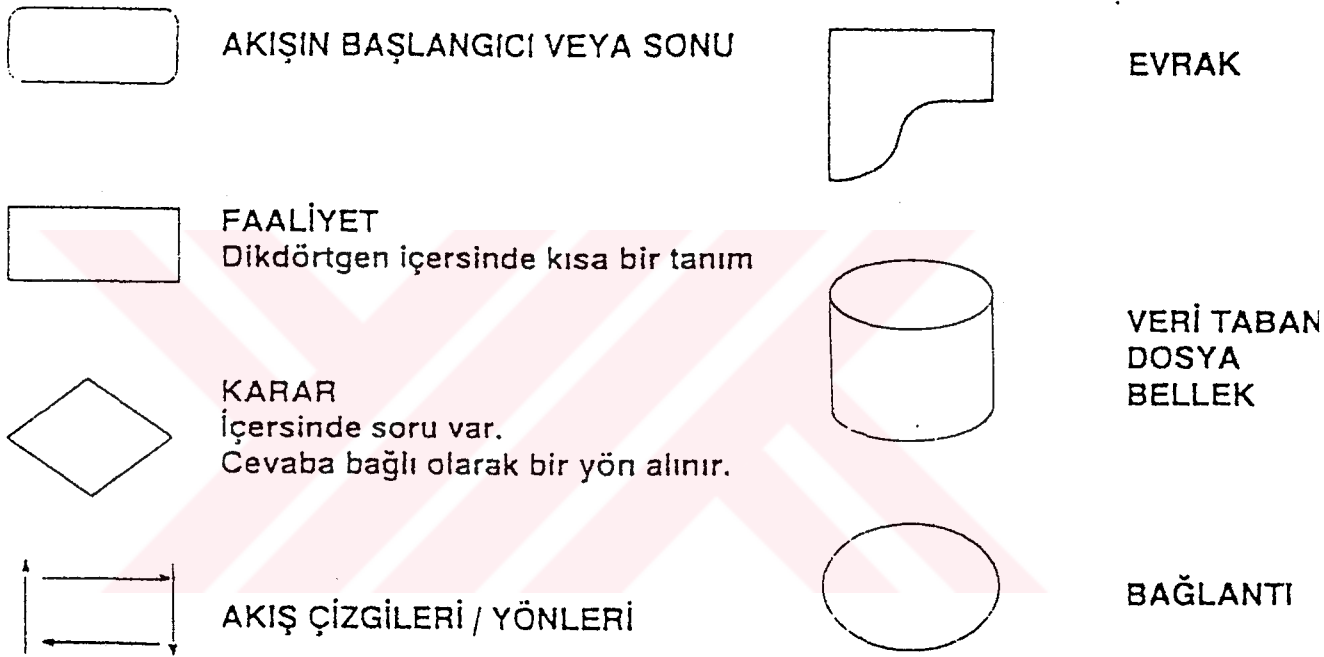
Şekil 2.6

Balık Kılçığı Diagramı Örnek

2. Akış Kartı

Akış kartları ,bir prosesin gidişatını safhalarını belirli sembollerle görsel olarak ifade eden grafiklerdir.Akış diagramlarında kullanılan standart semboller aşağıda verilmiştir.Kullanımı kısaca şöyledir;

Proses hakkında yeterince bilgisi olan kişiler, prosesin halehazırdaki akış kartını çizdikten sonra , olması gereken (prosedürlere göre) akış kartıda çizilir ve iki kart arasındaki fark incelenir.



Şekil 2.7 Akış Kartı Örnekleri

3.Kontrol Formatı

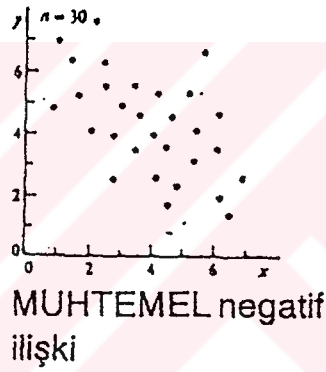
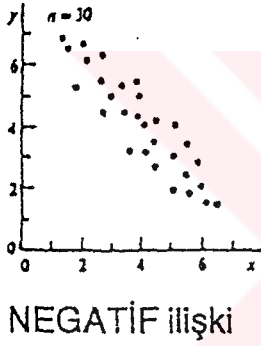
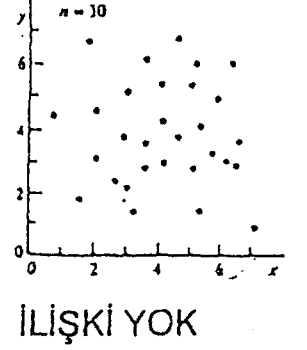
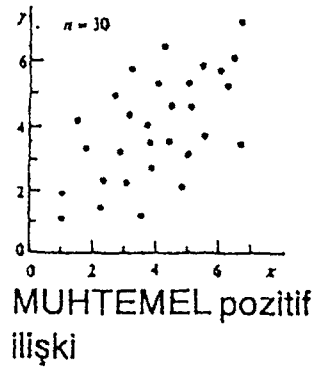
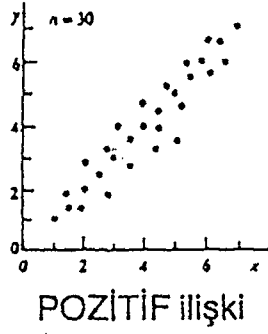
Olaylar hangi sıklıkta tekrarlanıyor sorusuna cevapta , kontrol formatları kullanılır.Fikirlerin gerçeklere dönüşümünde kullanılan format, çetele tablosu benzeri bir görünüme sahiptir.

4.Serpilme Grafiği

Bir değişkenin diğer bir değişken üzerindeki, olası bağlantısının incelenmesinde kullanılan grafiklerdir.Sebeep sonuç diagramından elde edilen verilerin gerçekten, sonucu etkileyip etkilemediğinin sağlanması işleminde kullanılır.Kesin bir karardan çok ,ilişkinin kuvvetli olup olmadığı yada pozitif-negatif ilişkinin varolduğunu gösterir.İstatistikte korelasyon olarakda bilinen çalışmanın

grafiksel ifadesidir. Aşağıda olası, serpilme grafikleri ve ifade ettikleri ilişkiler verilmiştir.

KORELASYON DİYAGRAMLARI



Şekil 2.8 Korelasyon Diagramları

5.Pareto Analizi

Pareto grafiği, dikey bar grafiğinin hangi problemin hangi sıralama ile çözülmesi gerektiğinin bulunmasını sağlayan özel bir formudur. Kontrol formatı yada diğer veri toplama formatlarından alınan bilgilerle, kümülatif olarak yüzdelere sdahil edildiği pareto grafiğinde; önem ağırlıklı olan problemlere yönlendirilir.

6.Kontrol Kartları

Detaylı olarak bölüm 3.3 de açıklanmıştır.

7.Beyin fırtınası

Tüm grafikleme tekniklerinde ,hedef grup elemanlarını direkt olarak problemin olası önemli boyutlarına ,odaklamak suretiyle bilgi toplamaktır. Beyin fırtınasında ise hedef, çok daha geniş bir açıyla, grup elemanlarının fikir üretmelerini sağlamaktır.

İki ana modeli vardır

- Kurulu Sistem:Grup üyeleri sıralı olarak, fikir beyan ederler, herkes pas diyene kadar bu sıra takip edilir.
- Dejenere Sistem:Grup üyeleri rastgele akıllarına geldikçe fikir beyan ederler.

Önemli bir nokta fikir beyan etme esnasında, her iki modelde de diğer grup üyelerinin , o sırada beyanda bulunan üyeyi eleştirmemeleridir.

8.Yetenek Çalışmaları:

Detaylı olarak bölüm 3.2. de anlatılmıştır.

9.Nominal Grup Tekniği :

Hangi problemin öncelikli olarak ele alınmasında karar aşamasında kullanılan bir tekniktir.Group üyeleri, her soru için 1'den soru adedine kadar puanlama yaparlar, misal; 5 problem için her probleme önem sırasına göre en önemli en büyük puanı alacak şekilde 1 den 5 e kadar puan verirler daha sonra her soruya verilen puanlar toplanır ve en çok puan alan problem öncelikli problem olarak seçilir.

10.Koşu Kartı

Zaman içinde verilerin nasıl değiştiğini, görsel olarak ifade etmek için kullanılan grafikdir.Grafikte bir eksen veri değerini, diğeri ise zamanı-frekansı gösterir.Grafiğe bir de verilerin ortalamasınıgösteren , ortalama çizgisi çizilir.

11.Histogram

Daha önceki bölümde örneklerle anlatılmıştı.

12. Pay Dağılımı

Olaydaki çıştirak payının yüzde olarak değeri, pasta dilimleri şeklinde gösteren grafikdir. Bilgisayarlarda hazır paket program olarak 3 Boyutlu- tek boyutlu olan çeşitleri vardır.

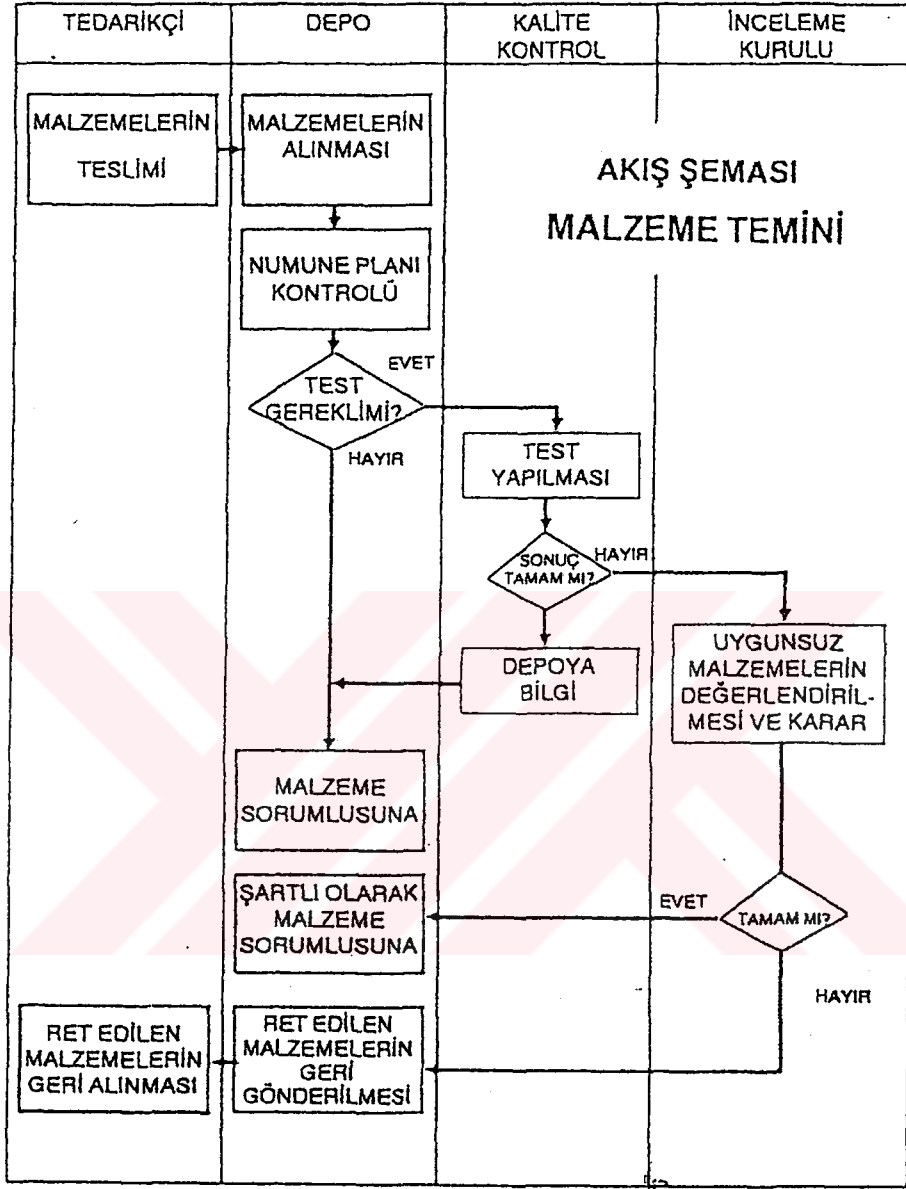
13. Stratifikasyon

Stratifikasyon adı verilen teknik, iyileştirme-geliştirme ihtimallerinin analizinde sıkça kullanılabilecek bir yapıya sahiptir. Veri, gerçekleri perdeleyecek bir yapıya sahipse , misal; birçok kaynaktan gelen veri toplanıp tek bir veriymiş gibi işleme tabii tutulmuşsa, stratifikasyon verileri küçük adetlerdeki anlamlı gruplara yada kategorilere bölerek, bu noktalara odaklanmayı sağlar.

Problem çözme teknikleri olarak da anılan yukarıda kısaca , özetlenen teknikler SPC de problemlili Proseslerde çözüme ulaşmada, SPC yapılacak noktaları ve bu noktalardaki karakteristiklerin seçiminde sıkça kullanılırlar.

SPC de en önemli kavramlardan biri olan grup çalışması bu tekniklerde de göze çarpmaktadır. Artık günümüzde 'One Man Show' tabir edilen sistem terk edilmiş şahıs inisiyatifinden kurtarılmış, sistem ve bu sistemi çalıştıran grup çalışmalarına yönelinmiştir.

Japonların gelişmelerindeki en büyük payı 'Kaizen' dedikleri , küçük gelişmeler ve bu gelişmeleri sağlayan iyileştirme ekipleri oluşturmaktadır. [4] , [6]



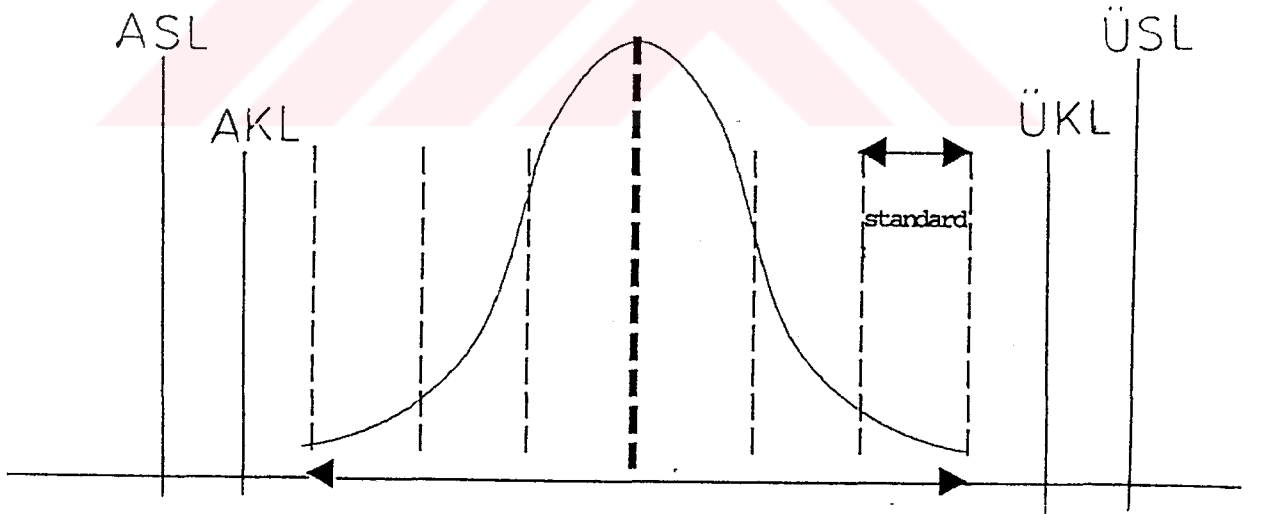
Şekil 2.9

Örnek Akış Şeması

Bölüm 3 . SPC nin Kademeleri

SPC nin adımları kısaca bir önceki bölümde özetlenmişti . Bu bölümde deteyli ve örnekli olarak açıklanacaktır.SPC de en önemli özellik , olasılık hesaplarına dayanılarak bulunmuş olan , Çan eğrisi , Normal dağılım yada Gauss eğrisi olarak adlandırılan sisteme göre , prosesdeki değişimlerin incelenerek % 99.73 ihtimalle gerçekleşmesi dahiline , o prosesden çıkan parçaların ölçüsel değişkenliği için bir kontrol limiti tanımlamak ve analizi bu tanımlanan kontrol limitlerine göre yapmaktır. [7]

Yetenek Çalışmaları bölümünde , detaylı olarak anlatılacak olan en önemli fark resim limitleri olan , toleranslarla , kontrol limitleri arasındaki büyük farktır.Aşağıda Şekil 3.1 de , bir prosesden çıkan ürünlerden alınan , karakteristiklere ait sayısal değerlerin (Söz gelimi çap) , dağılımı bu dağılıma göre hesap edilen standart sapma , yardımıyla hesap edilen Alt-Üst kontrol limitleriyle , resim toleransları grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Kontrol Limitlerinin Şematik Gösterimi

3.1. Veri Toplama

İlgilenilen konuyu , rakamlarla, yada belirgin özellik değişimleriyle ifade edebilmek için toplanan bilgiye veri , işleme de veri toplama denir.Tornadan çıkan bir dış çap boyutsal olarak değişim gösterecektir , bu değişimi analiz edebilmek için böyle bir prosesden veri toplandığı varsayılrsa , ki bu prosesden istenilen değerler ; 25.10 mm nominal ve +/- 0.04 mm tolerans olsa ; ardışık olarak bu prosesden çıkan millerden dış çap ölçüsünü alır ve okuma sırasında kaydedersek aşağıda verilen görünüm elde edilir.

Burada daha önce de bahsedilen basit seri şeklinde veri toplanmış olur , doğal olarak bir bakışta durmu değerlendirmek kolay değildir.Bunun için çeşitli düzenlemeler yapmak gerekmektedir. Bu düzenlemeler ilerleyen sayfalarda gösterilecektir.

Veri toplamada önemli olan , uygun ölçme prosesiyle veri toplamaktır. Kalibrasyon konusunun yerine getirildiği düşünülerek yani doğru kalibre edilmiş ölçü aletleri kullanılırsa , kabaca 1/10 kuralı ölçüm aleti seçiminde yeterli hassasiyeti sağlayacaktır.Söz gelimi cm toleransında bir değeri ölçmek için mm skalalı bir ölçü aleti yeterli olacaktır.

Tablo 3.1 Tornadan Çıkan Bir Mil Op. ait Değerler

25,13	25,13	25,13	25,15
25,11	25,12	25,13	25,15
25,11	25,11	25,10	25,12
25,13	25,14	25,10	25,13
25,12	25,15	25,16	25,13
25,14	25,13	25,12	25,12
25,16	25,10	25,13	25,14
25,14	25,12	25,10	25,13
25,14	25,15	25,15	25,13
25,12	25,11	25,14	25,16
25,10	25,13	25,13	25,12
25,09	25,11	25,12	
25,17	25,14	25,11	

Toplanan veri üzerinde daha basit işlem yapabilmek için sadece virgülden sonraki iki değer 5 li gruplar halinde düzenlenirse , okuma kolaylığı neticesinde 40 kabul - 10 red parça olduğu anlaşılır . Bu sistem kontrol kartlarında kullanılan 5 li

veri toplama sistemi olduğundan burada örnek olarak kullanılmıştır. Aşağıda bu tip bir işlemin görüntüsünün nasıl olduğu gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Verilerin Kontrol Kartı Formatında Düzenlenmesi

13	14	10	10	15	13	13	13	15	14
11	16	9	10	15	12	10	11	12	13
11	14	17	16	14	11	12	14	13	13
13	14	13	12	13	14	15	11	13	16
12	12	13	13	12	15	11	15	12	12

Toplanan verilerin bir bakışta görsel olarak ifade edilmesi istenirse ki bu SPC de çok önemlidir. İki temel metod kullanılabilir bu iki metod aslında birbirinin aynısı olup birincisi bilgisayar ortamına gerek duymadan elle yapılan , diğeri ise otomatik ortamlarda göze daha iyi hitap eden metotdur. [8]

1 - Tally-Frequency Chart (Çetele Tablosu)

2 - Histogram (Çubuk Diagram)

Tally Chart örneği , aşağıda verilmiştir. Histogram örneği ise daha önceki bölümlerde verildiğinden tekrar bu bölümde verilmemiştir.

17	I					1
16	III					3
15	III	I				6
14	III	II				7
13	III	III	III			13
12	III	III				9
11	III	I				6
10	III					4
9	I					1

Şekil 3.2 Çetele Tablosu Örneği

Aritmetik Ortalama :

Toplanan verilerin tamamını görmeden , bazı istatistiksel kavramlar yardımıyla veriler hakkında fikir sahibi olunup , bazı matematiksel modellere ulaşılabilir.Bunlardan biri ve kolay hesaplanabilme özelliğinden SPC de kullanılan kavram : Ortalamadır.

İlerleyen sayfalarda tablolar şeklinde aritmetik ortalama örneği ve kontrol kartlarında uygulanan metodla , normal basit seri ortalamasının aynı olduğu gösterilecektir.Tek fark ilkinde bulunan ortalama $\bar{X}$ ile gösterilirken , ikincisinde iki defa ortalama işlemi tekrarlandığından gösterim $\bar{\bar{X}}$ şeklinde olacaktır.

Aşağıdaki Tablo 3.3 deki iki örnekten de görüleceği gibi ortalama , tek başına tam bir anlam ifade etmez , keza iki farklı serinin elemanları farklı olmasına rağmen ortalamaları aynı olabilir.Burada dikkat edilecek özellik ortalamasının seri içindeki bireysel elemanlardan çok fazla etkilenmesidir.

Tablo 3.3 İki Serinin Aritmetik Ortalamaya Göre Mukayesesi

	4	2
	6	3
	3	5
	10	6
	14	8
	5	18
TOPLAM	42	42
ORT.	7	7

Standart Sapma:

Aşağıdaki formülle ifade edilen standart sapma , seri elemanlarının ortalamadan farkının istatistiksel bir ifadesidir.Önemli olan standart sapmanın ortalamadan daha doğru bir gösterge olması ancak hesaplamasının ortalamadan çok daha zor olduğudur.

Tablo 3.4 Ortalamaların Karşılaştırılması

$$\text{ORTALAMA} = \frac{\text{SERİ TOPLAMI (VERİ DEĞERLERİNİN TOPLAMI)}}{\text{SERİDEKİ TERİM SAYISI}}$$

25.13	25.13
25.11	25.12
25.11	25.11
25.13	25.14
25.12	25.15
25.14	25.13
25.16	25.10
25.14	25.12
25.14	25.15
25.12	25.11
25.10	25.13
25.09	25.11
25.17	25.14
25.13	25.11
25.13	25.15
25.10	25.15
25.10	25.12
25.16	25.13
25.12	25.13
25.13	25.12
25.15	25.14
25.15	25.13
25.14	25.13
25.13	25.16
+	+
25.12	25.12

$$\Sigma = 1256.45$$

$$\text{ORTALAMA} = 1256.45 / 50 = 25.129$$

13	14	10	10	15	13	13	13	15	14
11	16	9	10	15	12	10	11	12	13
11	14	17	16	14	11	12	14	13	13
13	14	13	12	13	14	15	11	13	16
12	12	13	13	12	15	11	15	12	12

60	70	62	61	69	65	61	64	65	68
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

ALT GRUP TOPLAMLARI

12	14	12,4	12,2	13,8	13	12,2	12,8	13	13,6
----	----	------	------	------	----	------	------	----	------

ALT GRUP ORTALAMALARI

$$\begin{array}{c} \boxed{129} \\ \text{ALT GRUP TOPLAMI} \end{array} / \begin{array}{c} \boxed{10} \\ \text{ALT GRUP ADEDİ} \end{array} = \begin{array}{c} \boxed{12.9} \\ \text{ORTALAMA} \end{array}$$

25.129

Yukarıda verilen örnek standart sapmalar hesaplanarak altta yeniden verilmiştir, görüleceği üzere ortalaması aynı gözükse fakat seri elemanları farklı olan bu iki seride , standart sapmalar farklıdır.

Tablo 3.5 İki Serinin Mukayesesi

4	2	$\sigma = \frac{\overline{R}}{d2} = \frac{\overline{s}}{c4}$ STANDART SAPMA
6	3	
3	5	
10	6	
14	8	
5	18	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$
TOPLAM	42	
ORT.	7	
STANDART SAPMA	4,195	5,797

SPC de önemli olan kontrolün dolayısıyla hesaplamaların işi fiilen yapan , işçi tarafından yapılabilecek seviyede olmasıdır. Bir önceki bahiste anlatılan standart sapmanın , verilen formülle hesaplanabilmesi tabi ki işçi tarafından yapılamayacak bir iştir.Yapılabilse dahi bunun için ek bir kontrol mekanizması koymak gerekir ki , bu da SPC nin mantığına aykırıdır.Dolayısıyla eğer toplanan veri yeterli sayıda ise , ki kontrol kartlarında bu yeterli sayı vardır 5 li grupların ortalamaları ve grup içinde Range adı verilen , en büyük değerle , en küçük değer arasındaki farkından ampirik olarak hesaplanan bir formül yardımıyla standart sapmaya geçilebilir. Ve yalnız 4 işlem kullanıldığında bu işlem işçi tarafından da kolayca yapılabilir.

Aşağıda Çeşitli alt grup adetlerine göre , standart sapma hesabında kullanılacak katsayı seçimi gösterilmektedir.Prensip olarak 5 li alt grupların kullanılması tavsiye edildiğinden , bilinmesi gereken tek katsayı 2.33 dür.Yapılacak işlem basittir ve sadece kontrol kartı tamamen dolduğunda bir kereye mahsus yapılacaktır, buda kontrol frekansına bağlı olarak yaklaşık ;15 gün ile 3 ay arasında değişim gösterecektir.

Tablo 3.6 Standart Sapma Hesabında Kullanılan Katsayılar

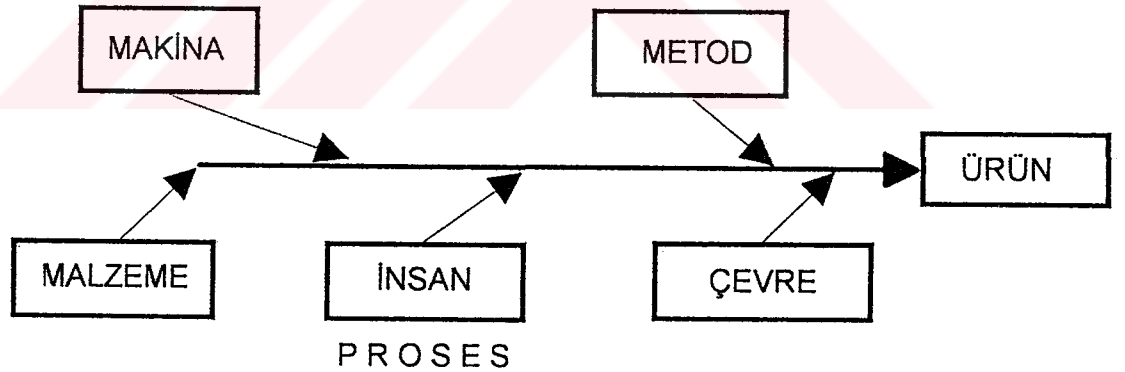
n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d2	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.7	2.85	2.97	3.08
c4	0.798	0.886	0.921	0.94	0.952	0.959	0.965	0.969	0.973

3.2 Makina - Proses Yeteneği

Makina Proses yeteneğini anlatmadan önce kısaca prosesin ne olduğunu düşünmek gerekir. Proses en genel anlamda 4M 1S adı verilen bileşenlerden oluşmaktadır.

- Bunlar;
- 1) Makina (Machine)
 - 2) İnsan (Man)
 - 3) Metod (Method)
 - 4) Malzeme (Material)
 - 5) Çevre (Surround)

Tabi olarak bu bileşenlerde bir değişim olmadığında, proseste dolayısıyla final üretimde bir değişim, sapma olmayacağı beklenir. Değişim yada fark sadece genel sebeplerden olacaktır ve bunların tamamı da en azından tolerans sınırları arasında olacaktır. [1] , [8] , [9]



Şekil 3.3 Şematik Proses ve Akışı

Daha önceki bölümlerde anlattıldığı gibi, İstatistiki metodlar ; yardımıyla toplanan veriler doğrultusunda, sırasıyla bir makinanın doğal tolerans aralığını, prosesin doğal tolerans aralığını, normal dağılım hesaplarına dayanarak incelemek üzere, makina ve proses yeteneği dediğimiz kavramlarla devreye girer.

Daha önceki bölümde de belirttiğimiz gibi, bir dağılımın tipi belirlendikten sonra , incelenmesi için iki ana parametre vardır; birincisi dağılımın enini, genişliğini belirtir, diğeri ise; pozisyonunu belirtir. Bu konuda ilki C_m, C_p, P_p ikincisi C_{mk}, C_{pk}, P_{pk} indisleri ile gösterileceklerdir. Bu indislerin hesaplanmasında kullanılan formüller ve formüllerde geçen indislerin kısaca tanımları altta verilmiştir.

$$C_p = P_p = C_m = \frac{\text{Resim Toleransı}}{6 \times \sigma}$$

$$C_{mk} = \frac{\frac{\bar{U}SL - \bar{X}}{3 \times \sigma}}{\frac{\bar{X} - ASL}{3 \times \sigma}}$$

KÜÇÜK OLAN C_{mk} GEÇERLİDİR.

Yetenek çalışmaları prensip olarak iki ana bölüme ayrılırlar,

- 1 - Makina Yetenek Çalışmaları
- 2 - Proses Yetenek Çalışmaları

Daha önce de belirtilen , istatistik metodlar yardımıyla yeteneğin sayısal ifadesinde kullanılan indislerdeki "m" takısı ; makina yeteneğini, "p" takısı proses yeteneğini ve $P_p - P_{pk}$ da kısa dönem proses yeteneğini göstermektedir. [7] , [10]

Söz gelimi bir mil çapı işleyen torna tezgahı için Makina Yetenek Çalışması yapmak için, ard arda üretilen 30-100 (tavsiye edilen 50 dir) adet üründen gerekli ölçü, örneğin mil çapı değeri kaydedilir. Buradaki amaç, prosese etki eden diğr 4 özelliğn değışiminin minumumda tutularak, sadece makinanın kendi içinde ki değışimlerinin analizinin yapılmasıdır. Alınan değrlerle histogram çizilir, buradan dağılımın, normal dağılım olup, olmadığı incelenir. Genelde tüm prosesler normal dağılım eğilimi gösterecektir.

Normal dağılıma benzer bir dağılım yakalandığında, dağılım standart sapması s , ortalaması $\bar{X}$ hesaplanır. Bu değerler yardımıyla makinanın doğal toleransları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır.

$$T_{nat} (\text{Doğal tolerans değeri}) = 6 \times s$$

Burada 3 standart sapma makinada üretilcek ürünlerden % 99,73 belirtilen sınırlar arasında gösterir.

Makina yetenek çalışması bir sonraki sayfada gösterilen , ve düz çizgi formatı diye adlandırılan , kağıt yardımıyla yapılır. Burada 50 adet ardışık numuneden alınan değer kaydedilir. Ve tezin son bölümü olan uygulama kısmında da görüleceği gibi , değerlerin frekansları ve bu frekansların kümülatif yüzdeleri hesaplandıktan sonra , kümülatif yüzdelere tekabül eden noktalar yarı logaritmik skalada işaretlenir. Bu noktalardan en uygun düz çizgi geçirilmeye çalışılır, (best fit straight line) , düz çizginin geçmesi dağılımın normal olduğunu gösterir , daha sonra çizginin uçları $+4s$ ve $-4s$ çizgilerine kadar uzatılır, bu kesim noktaları makinanın 8s yetenek bölgesidir. Formattan ayrıca tahmini ortalama okunabilir ve verilen formüller yardımıyla kesin değerler elde edilir.

Normal olmayan dağılımlarda , düz çizgi elde edilemeyen durumlarda , farklı formattaki kağıtlar kullanılır bunlardan en genel olanı kayık dağılım için kullanılan formattır. Bu gibi durumlarda eğrilerin neler ifade edebileceğini analiz edebilmek için bir sonraki sayfada verilen klavuz kullanılabilir.

Doğal olarak hatasız ürün üretmek için dizayn toleransının, makina doğal toleransından büyük olması gerekir ki, bunu matematiksel olarak anlamı C_m 'nin 1'den büyük olması gerekliliğidir. Buradan da anlaşılacağı üzere, $C_m < 1$ ifadesi, makina yetersizliğinden ve hatalı parça üretme olasılığının açıkça ispatlanmasıdır.

Pratikte; $C_m \geq 1.67$ hedef alınmaktadır, FORD, CHRYSLER ve GM le beraber tüm Japon firmalarında da geçerli not 1.67 den büyük değerleri sağlayan makinalara verilir. [9]

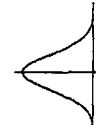
Aşağıda C_m nin aldığı bazı sayısal değerlerin grafik olarak (normal dağılım eğrisinde - tolerans sınırlarına göre) gösterimi verilmiştir.



Otomobil Sanayi A.Ş.

Yetenek Çalışması

Normal Dağılım İçin



Çalışmanın Yapıldığı Bölge :

Karakteristik :

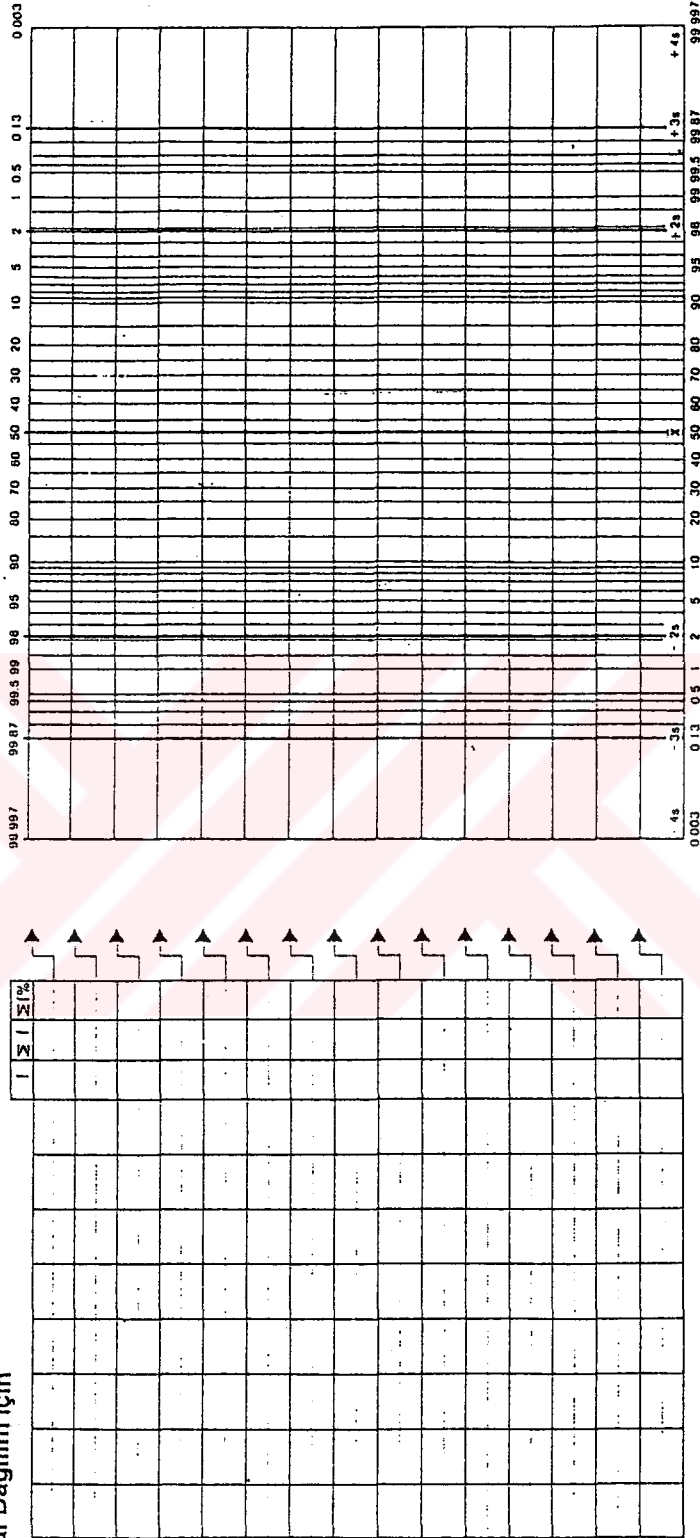
Parça Numarası :

Ölçü :

Operasyon :

Standart Sapma :

Parça Adı :



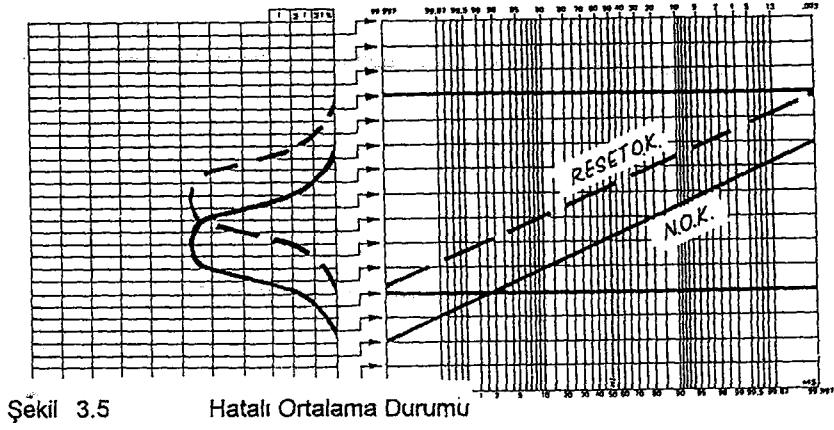
1	6	11	16	21	26	31	36	41	46
2	7	12	17	22	27	32	37	42	47
3	8	13	18	23	28	33	38	43	48
4	9	14	19	24	29	34	39	44	49
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Tolerans Dışı Tahmin		Resim Toleransı		Hedef Değer	
Üst		Tahmini Yetenek (8s)		Tahmini Ortalama	
Alt		Yetenek Indexi			
Çalışmayı Yapan :		İmza		Tarih	
İsim					

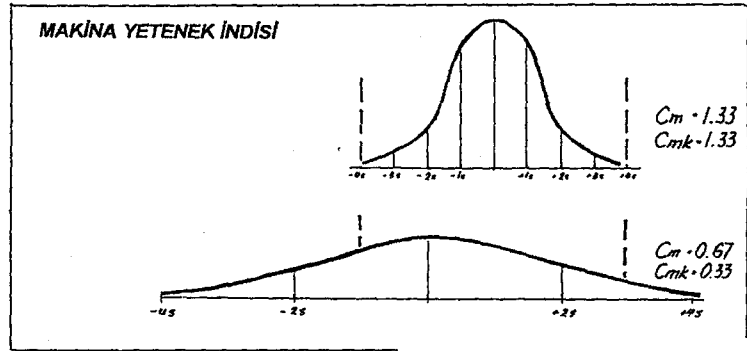
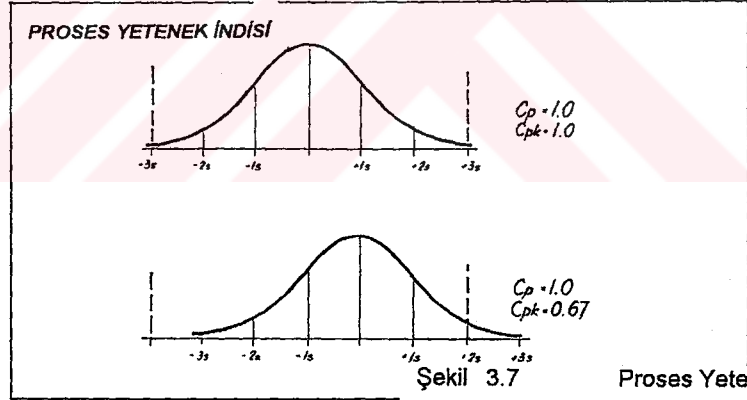
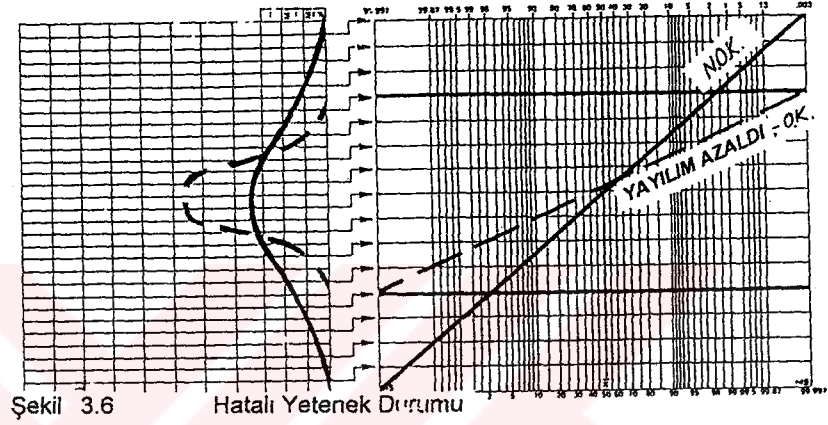
Şekil 3.4

Normal Dağılım İçin Kullanılan Format

ORTALAMA HATALI - MAKİNAYI RESET LE



YETENEK HATALI MAKİNAYI GELİŞTİR



Cm ile Cmk nın daha iyi anlaşılabilmesi için , bir örnek verilmiştir. Herhangi bir insana bir kapıdan geçip geçemeyeceği sorulduğunda , şahıs cevap öncesi kapının genişliği ile kendi genişliğini mukayese edecek ve , muhtemelen kapıdan geçebileceğini söyleyecektir. İşte insanların da hemen aklına gelen bu ilk değerlendirme , makina yetenek çalışmalarında ki Cm ; yani potansiyel yetenektir, ikincisi ise ilk seferde akla gelmeyen , konumlamadır , eğer şahıs kapının ortasını ortalamazda , menteşelerini ortalarsa kapıdan geçemeyecektir, alkollü bir insan da yaşanabilecek bu örnek de , makina yetenek çalışmalarında gerçek yeteneğin ifadesi olan Cmk dır. [9] , [10] , [11]

Cmk nın çeşitli sayısal değerlerinin grafiksel olarak anlatımı bir sonraki sayfada verilmiştir. Bu anlatımlara formülün irdelenmesiyle ulaşılabileceği aşikardır.

Makina yetenek çalışması sonrası iki aşamalı olan Proses yetenek çalışması başlatılır, proses çalışmalarına geçmeden önce makina yetenek çalışmalarının yeterli değerlerle sağlanması gerekir.

Proses yetenek çalışmalarında Kontrol Kartı adı verilen format kullanılır. Burada prensip Pp - Ppk indisleriyle gösterilen ön proses çalışmasında ; 100-120 adet ardışık veriyi , prosese etki eden 5 faktöründe değişebildiği ancak zaman içindeki değişimden çok fazla etkilenmediği düşüncesi sonucunda toplanarak değerlendirilmesidir. Kontrol kartı kısmında anlatılacaklar yardımıyla , Cm, Cmk hesaplarına benzer hesaplamalar yapılır , tek fark burada belirli sayıda ki alt grup ortalamalarının kullanılması ve format olarak da Kontrol Kartı formatının kullanılmasıdır.

Hedef değer Pp - Ppk için gene min. 1.67 dir.

Bu hedef değerler sağlandıktan sonra , Cp-Cpk indislerinin hesabına geçilir, burada Pp-Ppk yönteminin aynısı, tek bir fark olan veri toplamanın yaklaşık 20 iş gününe yayılarak yapıldığı zamanın prosese etkisini dahil ederek uygulanır. [1] , [8] , [11]

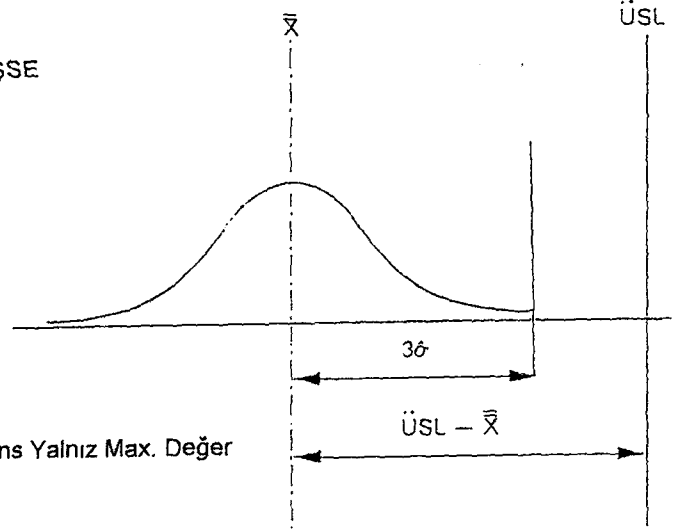
Cp - Cpk için hedef değer 1.33 dür.

Bu hedef değerlerin sağlanamaması yada normal dağılıma ulaşılamaması sonucunda , bölüm 2.3 de anlatılan SPC ile kullanılan diğer araçlar olan, Problem

Tek Taraflı Toleranslarda Yetenek İndislerinin Hesabı

YALNIZ MAXIMUM DEĞER VERİLMİŞSE

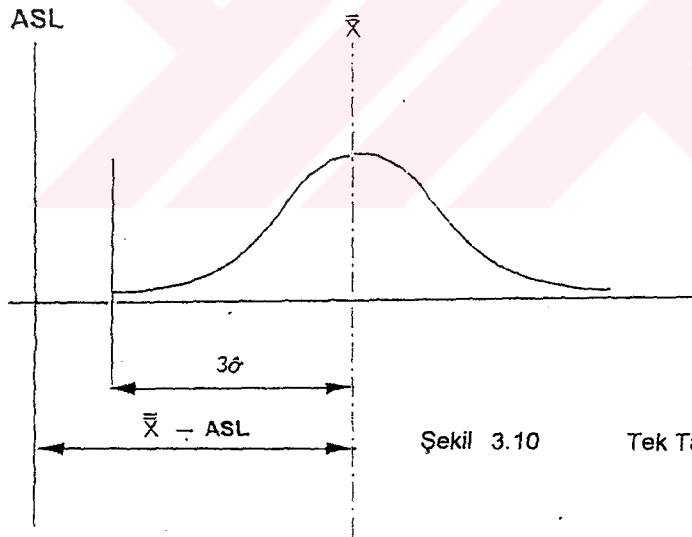
$$Ppk, Cpk = \frac{\bar{U}SL - \bar{\bar{X}}}{3\sigma}$$



Şekil 3.9

Tek Taraflı Tolerans Yalnız Max. Değer

YALNIZ MİNİMUM DEĞER VERİLMİŞSE



$$Ppk, Cpk = \frac{\bar{\bar{X}} - ASL}{3\sigma}$$

Şekil 3.10

Tek Taraflı Tolerans Yalnız Min. Değer

TEK TARAFLI TOLERANSLARDA $C_p - P_p$ HESAPLANMAZ

Çözme teknikleri kullanılarak durum analiz edilmeli kararlar Grup Çalışması prensibi doğrultusunda alınmalıdır.

Takip eden sayfalarda tek taraflı toleranslarda ve normal olmayan dağılımlarda kullanılabilecek klavuzlar gösterilmiştir.

Tek taraflı tolerans olarak adlandırdığımız, yalnızca max. yada yalnızca min. değerin verildiği , sistemlerde potansiyel yetenek olan $C_m - C_p - P_p$ hesaplanmaz. Örnek olarak max. salgının 0.02 olarak belirtildiği bir kampana işleme prosesinde direkt olarak $C_{mk}-C_{pk}-P_{pk}$ hesaplanır.

Bazı proseslerde , genel olarak makina yeteneğinin temelde etkisinin az olduğu montaj operasyonlarında , makina yetenek çalışması yapılmadan direkt olarak Proses yetenek çalışmalarına geçilebilir. Ancak talaşlı imalat gibi makina yeteneğinin prosesden daha önemli olduğu ve yeteneksiz bir makinada ne kadar iyi bir proses olursa olsun , hurda parça üretilme riskinin bulunduğu durumlarda bu adım atlanamaz ve gerekli değerler sağlanmadan bir sonraki adım olan proses yetenek çalışmasına geçmek tehlikeli ve anlamsızdır.

Yetenek çalışmaları olumlu sonuçlar yada kabul edilebilir sonuçlar verdiğinde ki bu sınır proses mühendisi tarafından $C_m P_p C_p \min. 1$ olmak şartıyla belirlenir, prosesin zaman içindeki gidişatını incelemek , gerekli ikazlara cevap verebilmek için Süren (On-Going) adı verilen çalışmalara başlanır. Burada çalışmalar Kontrol Kartı formatıyla takip edildiğinden , çalışmalara Kontrol Kartı Uygulamaları ve Yorumları adı da verilir. [12]

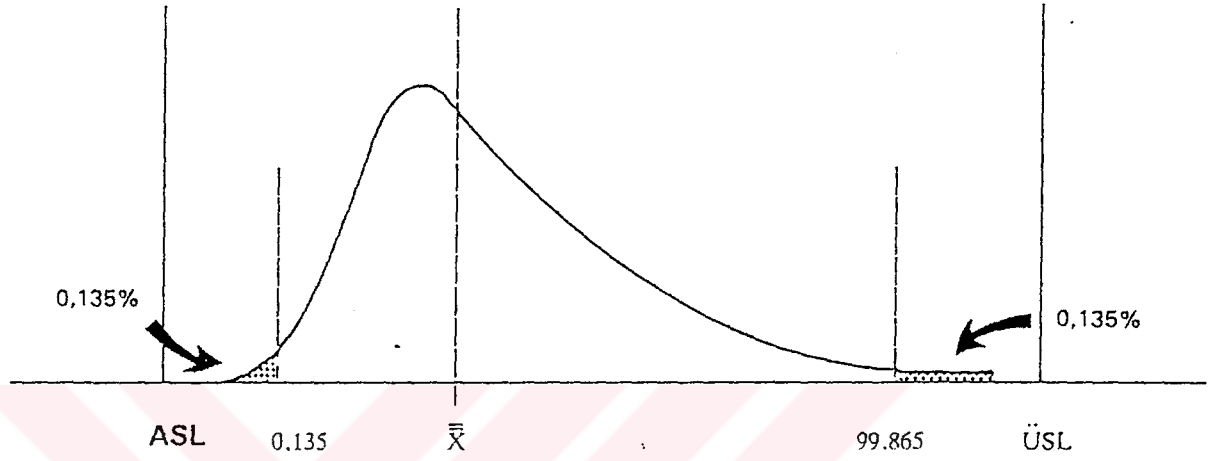
Formül 3.1 Cpk , Ppk Hesaplamalarında Kullanılan Formül

$$C_{pk}=P_{pk} = \frac{\overline{USL} - \bar{\bar{X}}}{3 \times \sigma} \quad \frac{\bar{\bar{X}} - ASL}{3 \times \sigma}$$

KÜÇÜK OLAN $C_{pk} - P_{pk}$ GEÇERLİDİR.

NORMAL OLMAYAN DAĞILIM

İNDİSLERİN HESABI



$C_p - P_p$

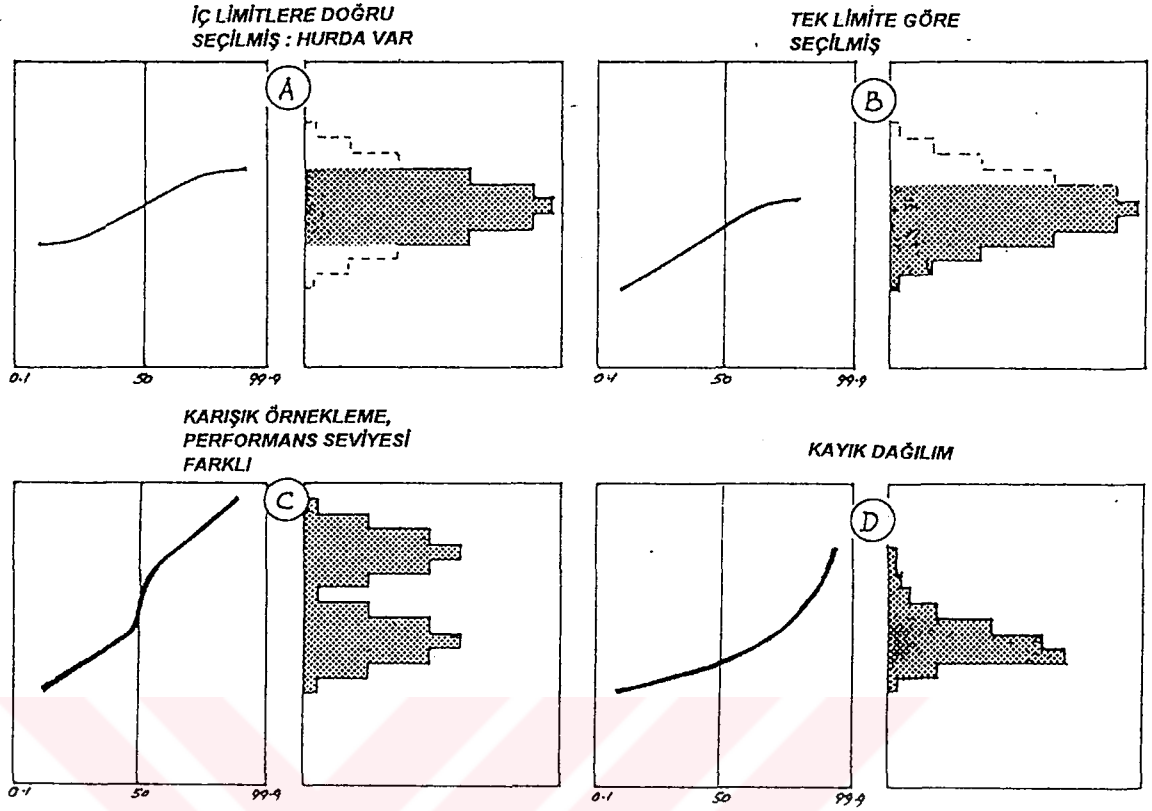
$$P_p, C_p = \frac{\text{ÜSL} - \text{ASL}}{99,865 \text{ Percentile} - 0,135 \text{ Percentile}}$$

$$P_{pk}, C_{pk} = \text{minimum} \left[\frac{\text{ÜSL} - \bar{X}}{99,865 \text{ Percentile} - \bar{X}}, \frac{\bar{X} - \text{ASL}}{\bar{X} - 0,135 \text{ Percentile}} \right]$$

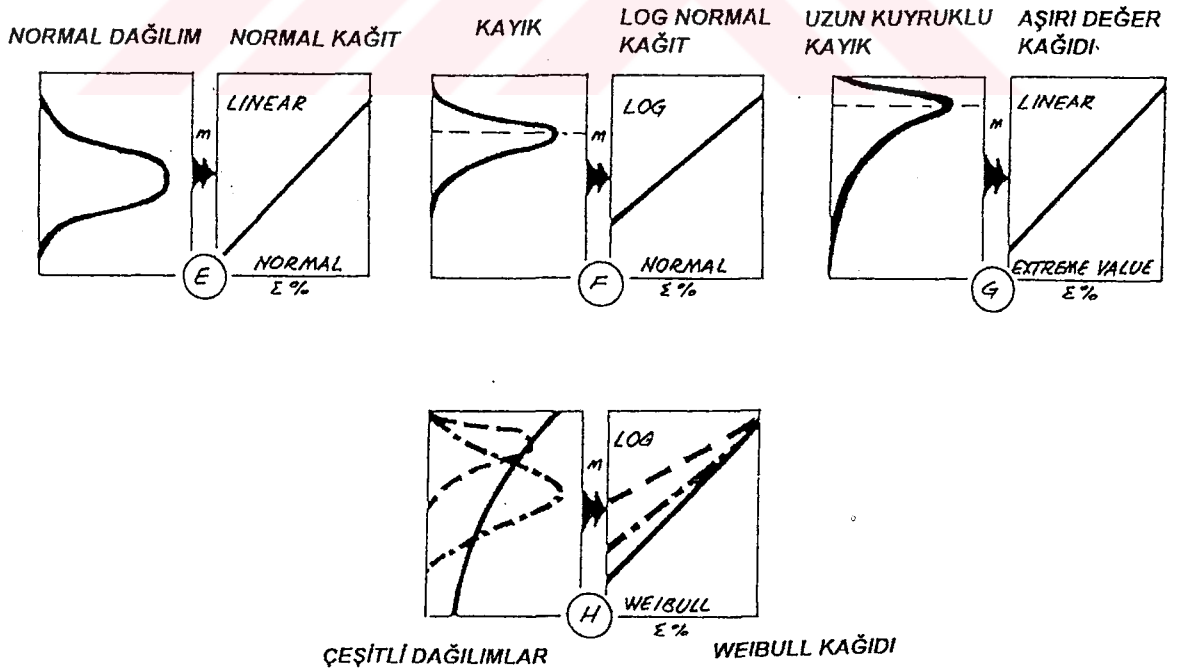
Percentil : frekans
toplamlarının her
yüzde birine tekabül
eden "x" kıymeti

Şekil 3.11 Normal Olmayan Dağılım

NORMAL OLASILIK KAĞIDI YARDIMIYLA GRAFİKSEL TEŞHİS



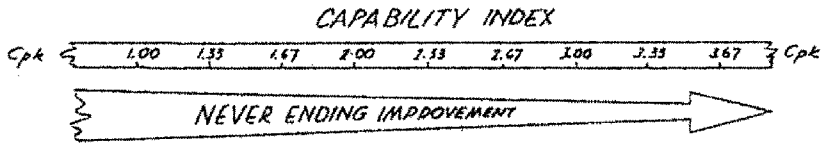
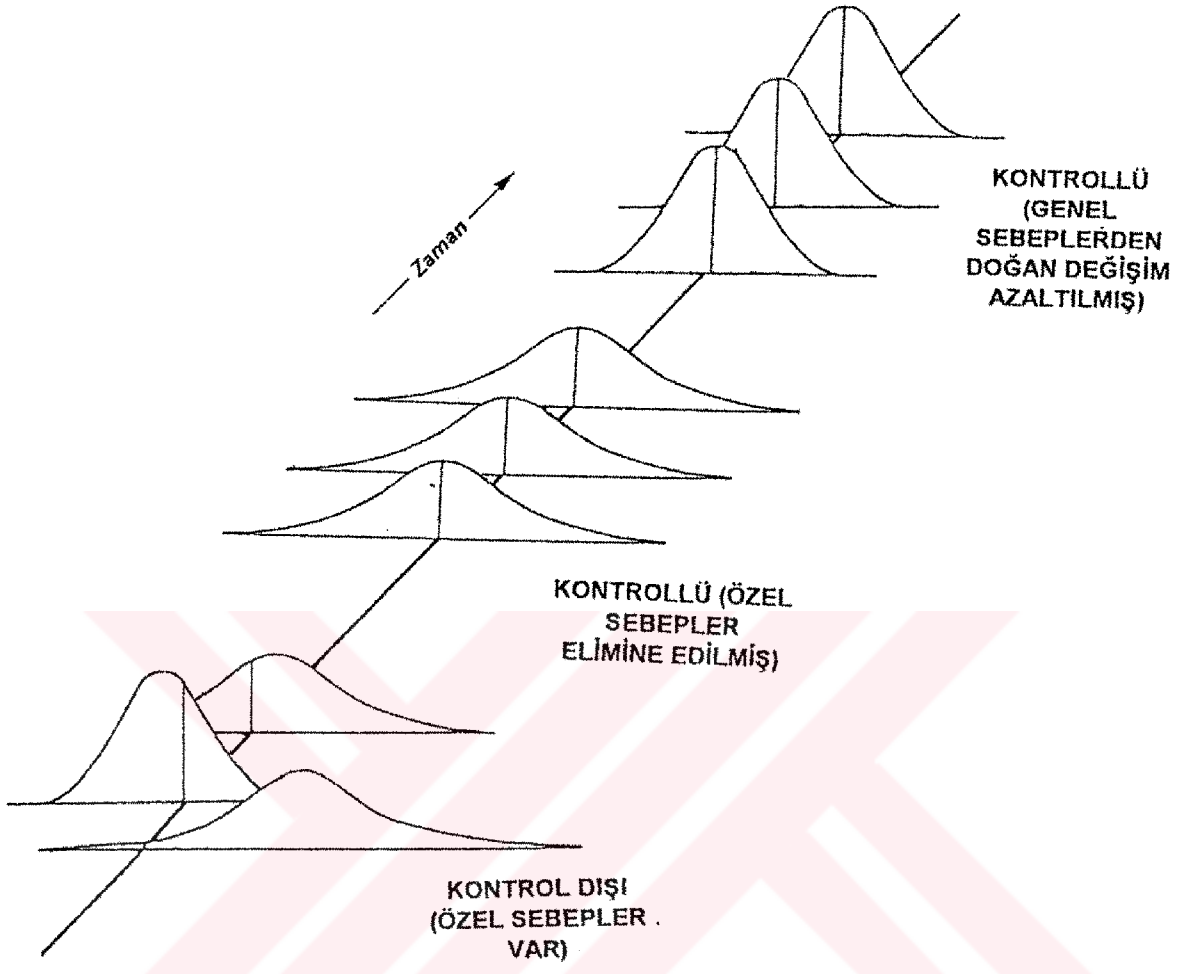
ALTERNATİF OLASILIK KAĞITLARI YARDIMIYLA DAĞILIM EĞRİSİNDEN DÜZ ÇİZGİYE DÖNÜŞÜM



FARKLI DAĞILIMLAR WEIBULL KAĞIDINDA FARKLI EĞİM VERİRLER

Şekil 3.12

Normal Olasılık Kağıdında Çeşitli Durumlar



Şekil 3.13

Zaman İçinde Prosesin Düzeltilmesi

3.3. Kontrol Kartları

Kontrol kartları makina yetenek çalışması tamamlandıktan ve yetenekli bulunduktan sonra iki maksatla kullanılır ;

1 - Cp - Cpk değerlerinin hesaplanmasında , proses yeteneğinin tayini ve ÜST - ALT Kontrol Limitlerinin hesapla tayin edilmesinde

2 - Zaman içinde proste ki güncel değişimlerin , incelenmesi, yorumlanması ve gerekli tedbirlerin alınarak uygulamaya geçilmesi, kontrol kartlarına işlenmesi ve güncel işletme şartlarının görsel olarak herkese bildirilmesi

Kontrol Kartlarının kullanılmasını 9 adımda özetleyebiliriz. Bu adımlar detaylı olarak örneklerle anlatılacaktır.

4 işlem yapmayı bilen herkesin kontrol kartı kullanabildiği, SPC'de en önemli nokta olan kontrol kartları proste fiilen iş yapan, işçiye uygulatmak gibi bir yeteneği hemen göze çarpar.Kontrol kartlarının anlaşılmasında en önemli nokta KONTROL LİMİTİ bilincidir.

RESİM - SPEK LİMİTİ $\neq$ KONTROL LİMİTİ

Resim - Spek Limiti :

Parçaların birbirleriyle çalışmasının min. gereği olan ve dizayn mühendisi tarafından belirlenen minumum gerek şarttır.

Kontrol Limiti :

Normal şartlar altında üreticinin ürettiği parçaların kendi aralarında değişim aralığıdır.Hurda olmaması için kontrol limitlerinin - Resim Limitlerinden daha dar olması gerektiği dolğıdır.SPC'de geçerli olan Kontrol Limitleridir.

Kontrol Kartı Çeşitleri :

Kontrol edebilen özellikler prensipta iki çeşittir;-

1.Değişkenliği rakamla ifade edebilen, sayısal olarak ölçülebilen değerler, uzunluk, ağırlık, kuvvet, tork gibi, [9] , [10] , [11]

2.Değişkenliği rakamla ifade edilemeyen, iyi-kötü, geçer-geçmez, OK-RED, Parlak-Mat gibi özellikler

Kontrol kartlarında bu iki prensip üzerine kurulu olarak iki bölüme ayrılırlar. Bu ayırım aşağıda şematik olarak verilmiştir.

Tablo 3.7 Nicel - Nitel Kontrol Kartları

1 NİCEL KONTROL KARTLARI VARIABLES ÜRÜNDEKİ DEĞİŞİKLİĞİN SAYISAL İFADESİ	2 NİTEL KONTROL KARTLARI ATTRIBUTE HATA - HATALI ÜRÜN ADEDİ				
$\bar{X} - R$	Hatalı ürün adedi				
$\bar{X} - s$	Hata adedi				
$\bar{X} - m$	<table border="1"> <tr> <td>np</td><td>C</td></tr> <tr> <td>p</td><td>u</td></tr> </table>	np	C	p	u
np	C				
p	u				
	Sabit örnekleme adedi				
	Değişken örnekleme adedi				

1.Nicel Kontrol Kartları :

Kendi aralarında 3 gruba ayrılırlar, önleme (PREVENTION) tekniği üzerinde kurulmuşlardır.AMAÇ : Hatalı parça imalatının önlenmesi, üretilen parçalar spesifikasyon (resim) sınırları dışında üretilmeye başlamadan öncekontrol kartı, hatalı parça üretileceğini ikaz eder ve bu sayede ne zaman üretimin durdurulup, gerekli ayarlamaların ve düzeltme tedbirlerinin alınması gerektiğini belirtir.Hatalı parça üretilmez, fire ,dolayısıyla maliyet düşer.

En çok kullanılan X-R kartlarıdır.Bu tip yani nicel kontrol kartları arasındaki temel farklar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

X-R Kartları:

Range , kolay hesaplandığından ve küçük alt grup adetlerinde (Özellikle 8 den az) verimli sonuçlar verdiği için en popüler olarak kullanılanıdır.

X-s Kartları:

's' daha verimli bir indikatör olmasına rağmen , hesaplanması zor olan bir değişkendir ve ancak yüksek adetli alt gruplarda olumlu sonuçlar verir.Manuel olarak hesaplanması karmaşıktır ve özel sebeplerin ayırt edilebilme hassasiyeti düşüktür.Veri bilgi işlem ünitesinden geçtiğinde genelde kompüter destekli sistemlerde kullanılır.

Medyan Kartları:

Kullanımı kolaydır , güncel hesaplama gerektirmez , prosesin dağılımı ve gidişatı hakkında bir fikir verir.Proses averajının hesabında , ortalamadan daha büyük değişkenlik kabulü yapıldığından , geniş olan kontrol limitleri , kontrol dışına haber vermeden çıkma ihtimalini artırır.

2.Nitel Kontrol Kartları (Boyutsuz Kontroller)

Hatalı ürün adedini yada belirli ürün adetlerinde ki hata miktarını analiz edip , kaliteyi geliştirmek , yeni kalite hedefleri belirlemek ; gidişat hakkında fikir sahibi olmak için firmaya ek kontrol maliyeti bindirmeden , hazırlanır.

C kartı en çok kullanılan tiptir, uygulamalar kısmında bir örnek ve ekler kısmında da boş formatı görülebilir.Kaynak Tear-down ünitesinde , tahribatlı bir deneyin yerine kullanıma girecek olan Ultrasonikle kaynak-punta kontrolünde Otosan' da kullanılması 94 yılı projelerinden biridir.Ayrıca C Kartlar prensip olarak fabrikaların pres atölyelerinde sıkça rastlanan kontrol kartı örnekleridir. İlerleyen sayfalarda Kontrol Kartlarının nasıl hazırlandığı ve kullanıma alındığı örneklerle 9 adımda anlatılacaktır.Bu kullanıma hazırlama safhası sonrası , kontrol kartlarının yorumlanması ve gerekli tedbirlerin alınmasını takiben bu tedbirlerin kontrol kartlarına işlenmesi de ayrıca anlatılacaktır. [13]

PROSES KONTROL KARTI (X / R)				
Otosan	Karakteristik	Spesifikasyon	Örnekleme - Frek. n = 5	Op.
Parça Adı				
			Makina No :	
			Sayfa No :	
			Kısa Dönem ☐	
			Uzun Dönem ☐	
			Süzme ☐	

ADIM 1

ADIM 2

GÜN	28/3	28/3	28/3	28/3	29/3	29/3	30/3	31/3	01/4
SAAT	09.00	13.00	17.00	09.00	13.00	17.00	13.00	17.00	09.00
VARD.	A	A	A	A	A	A	A	A	A
X1	10	10	10	-1	10	-4	10	10	8
X2	12	12	12	-2	0	-5	14	5	
X3	14	-5	-4	8	0	12	10		
X4	8	8	-5	12	6	11	12		
X5	5	-1	-4	4	7	10	9		
Σ.	49	24	-16	34	4	57	44		
X	9.8	4.8	-3.2	6.8	0.8	11.4	8.8		
R	9	17	4	12	12	4	7		

ADIM 3

FABRİKA İÇİ - MÜŞTERİ ŞİKAYETLERİ POTANSİYEL , GERÇEKLEŞEN MASAYA GETİRİLDİKTEN SONRA , YÖNETİCİLER PROBLEMİ PROSESİ SEÇERLER. PROBLEME ETKEN OLAN PROSESTE MAKİNA YETENEK ÇALIŞMALARI OLUMLU SONUÇ VERİRSE ; KISA DÖNEM TABİR EDİLEN PROSES YETENEĞİ BAŞLATILIR. (Pp - Ppk)

ADIM 1 : KONTROL KARTINDA BELİRTİLEN YERLER DOLDURULUR. ALT GRUP ADEDİ TESPİT EDİLİR (İstatistik-uygulama açısından TAVSİYE 5) ALT GRUP FREKANSI TESPİT EDİLİR. Pp VE Ppk İÇİN ALT KÜME ADEDİ SEÇİLİR TAVSİYE MİN. 20 (1 K.KARTI)

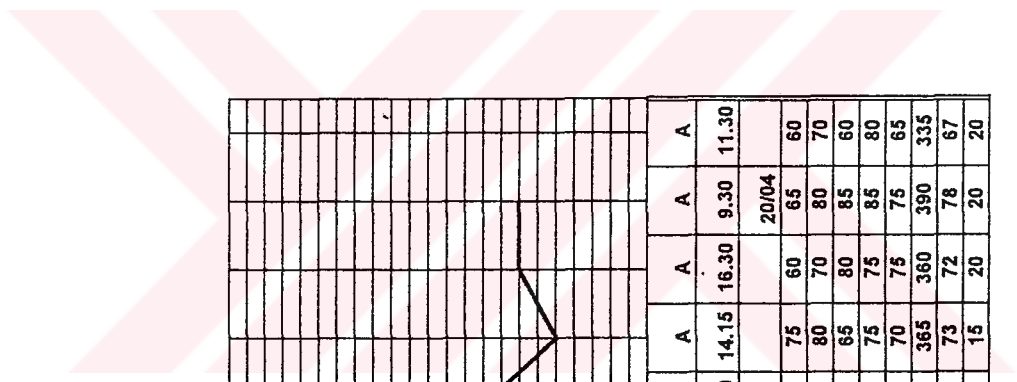
ADIM 2 : X DEĞERLERİNİN UYGUN ÖLÇME PROSESİYLE ALINIP KAYDEDİLMESİ

ADIM 3 : ALT GRUP TOPLAMININ BULUNMASI : EĞER HEM ARTI HEM DE EKSİ İŞARETLİ DEĞERLER VARSA ARTILAR KENDİ ARALARINDA, EKŞİLER KENDİ ARALARINDA TOPLANIRLAR, SONUNDA ARTI DEĞERLERDEN EKŞİ DEĞERLER TOPLAMI ÇIKARILIR.

ORTALAMALAR TOPLAMIN ALT GRUP SAYISINA BÖLÜMÜYLE ELDE EDİLİRLER (TOPLAM / 5)

Şekil 3.14.1

Adım Adım Kontrol Kartlarının Doldurulması



ADIM 6: KONTROL LİMİTLERİNİN HESABI

RANGE VE X ORTALAMA GRAFİKLERİ İÇİN AYRI AYRI HESAPLANACAKTIR.

RANGE KARTINDA ALTGRUPTAKİ NUMUNE ADEDİ 7 DEN AZ İSE ALT KONTROL LİMİTİ YOKTUR. GENELDE SANAYİDE 5 LİK GRUPLAR KULLANILDIĞINDAN RANGE KARTTA ALT KONTROL LİMİTİ OLMAYACAKTIR.

$$UCLR = \bar{U}KLR = D_4 * \bar{R}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_m}{m}$$

R ; ALT GRUP R LERİNİN ORTALAMASIDIR.

D4 ALT GRUP ADEDİNE GÖRE SEÇİLEN BİR KATSAYIDIR.

n	2	3	4	5	6	7
D4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92

X ORTALAMA KARTININ ALT VE ÜST KONTROL LİMİT HESABI

$$UCL\bar{X} = \bar{U}KL\bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_m}{m}$$

$$LCL\bar{X} = \bar{A}KL\bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}$$

X ORTALAMALARIN ORTALAMASINDAN , BELİRLİ BİR KATSAYI OLAN A2 NİN R ORTALAMAYLA ÇARPIMI ÇIKARTILDIĞINDA ALT KONTROL LİMİTİ HESAPLANIR. ÜST KONTROL LİMİTİNDE BU DEĞER X ORT. ORTA. EKLENİR.

n	2	3	4	5	6
A2	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48

ADIM 7 : KONTROL LİMİTLERİNİN ÇİZİMİ**ADIM 8 : KARTLARIN YORUMLANMASI**

Şekil 3.14.2 Adım Adım Kontrol Kartlarının Doldurulması

Bölüm 4 . Kontrol Kartları Yorumlamaları :

Kontrol kartlarını hazırlandıktan sonra , uygulamadan alınan değerler kontrol kartına işlendikçe , bu değerlerin grafikteki gidişatları incelenmeli , sonuçlar bir sonraki sayfada tablo şeklinde verilen , analiz noktalarına göre değerlendirilmelidir. En önemli noktalardan biri de bu analizler sonucunda bulunan çözümlerin kontrol kartlarının tipine göre ya arkasındaki ya da altındaki gerekli bölüme işlenmelidir. Böylece benzer olaylara rastlanıldığında elde bilgi-tecrübe birikimi kayıtlı olarak bulunacaktır.

Kontrol kartı formatından da görüleceği üzere , Kart iki adet grafik içermektedir üst kısımda kalan grafik x değerlerinin ortalamalarının kaydedildiği kısım alt taraf ise , alt gruptaki x değerlerinin Range adı verilen grup arasındaki değişiminin değeridir yani misal olarak 5 ardışık değer kaydedildiyse bu 5 li gruptaki en büyük değerden , en küçük değer farkı range dir ve ilk olarak bu kısımdaki grafik analiz edilmelidir. Analize rastgele değil de alttaki grafikten başlamanın bir sebebi vardır. Kontrol kartlarında üstteki grafik , olaya normal eğri anlayışıyla yaklaşıldığında , değerlerin ortalama değer etrafındaki salınımını gösterir yani prosesin merkeze göre ortalanmasının göstergesidir , alttaki range grafiği ise değerler arasındaki dağılımın rakamsal ifadesini yani normal eğrideki yayılımı ifade eder bu prosesin ve hatta genel olarak ya hammaddenin yada makinanın kötüye gidişatının belirtisidir.

Yukarıda da belirtildiği gibi , analizlere önce Range grafiğinden başlanır , daha sonra x ortalama grafiğine geçilir , analizler her iki grafikte de aynı mantık çerçevesinde yapılacaktır. Bu mantık çevrimi tablo halinde ilerleyen sayfalarda verilmiştir. Ayrıca analize sebebiyet veren iğaz durumlarında ayrıca grafik olarak karikatürize edilmiş şekliyle verilmiştir. Burada hedef işçinin dikkatini olaya yöneltmek olduğundan böyle karikatür - şekil bazlı anlatımlar SPC de sıkça kullanılan metodlardan biridir. Ve tez içerisinde orijinal belgeler küçülterek kullanılmıştır.

KONTROL LİMİTİ DIŞINDA NOKTA

R ORTALAMA

KONTROL LİMİTLERİNDEN HERHANGİ BİRİNİN DIŞINDA OLAN NOKTA, O NOKTA İÇİN PROSES KONTROL DIŞI DEMEKTİR.

BU TİP BİR UYARI ACİL ANALİZ GEREKTİRİR, KEZA ORTAK SEBEPLERDEN DOLAYI BÖYLE BİR OLAY ÇOK KÜÇÜK BİR İHTİMAL DAHİLİNDEDİR

ANALİZ ŞU MADDELER ÜZERİNDE YAPILACAKTIR :

1) ÜST KONTROL LİMİTİ DIŞINDAKİ BİR NOKTA

- KONTROL LİMİTİ VEYA ÇİZİLEN NOKTA YANLIŞ HESAPLANMIŞ YADA ÇİZİLMİŞTİR.

- PARÇALAR ARASI DEĞİŞKENLİK ARTMIŞTIR (KÖTÜLEŞMİŞ) ; BİR TREND OLMUŞ OLABİLİR

- ÖLÇME METODU - PROSESİ DEĞİŞMİŞ OLABİLİR

2) ALT GRUP BÜYÜKLÜĞÜ 7 VEYA FAZLA OLAN K.KARTINDA ALT LİM ALTINDA BİR NOKTA

- KONTROL LİMİTİ VEYA ÇİZİLEN NOKTA YANLIŞ HESAPLANMIŞ YADA ÇİZİLMİŞTİR.

- DAĞILIMIN YAYILIMI AZALMIŞTIR (İYİLEŞME)

- ÖLÇME METODU - PROSESİ DEĞİŞMİŞ OLABİLİR

X ORTALAMA

KONTROL LİMİTLERİNDEN HERHANGİ BİRİNİN DIŞINDA OLAN NOKTA, O NOKTA İÇİN ÖZEL BİR SEBEBİN BULUNDUĞUNUN BELİRTSİDİR

ANALİZ ŞU MADDELER ÜZERİNDE YAPILACAKTIR :

- KONTROL LİMİTİ VEYA ÇİZİLEN NOKTA YANLIŞ HESAPLANMIŞ YADA ÇİZİLMİŞTİR.

- PROSES ÖTELENMİŞTİR, YALNIZ İZOLE OLARAK O NOKTADA VEYA BİR TRENDİN ETKİSİYLE

- ÖLÇME METODU - PROSESİ DEĞİŞMİŞ OLABİLİR

KOŞULAR

7 NOKTA ORTALAMANIN ÜSTÜNDE
7 NOKTA ORTALAMANIN ALTINDA
7 NOKTA ARDIŞIK OLARAK AŞAĞI -
YUKARI TRENDLİ

BU TİP KOŞULLU NOKTALARIN BAŞLANGIÇ NOKTASINI BULUN ; BU OLAYIN BAŞLANGICINI TESPİT ETMEK İÇİN ; ZAMAN VE VARDİYANIN ÖĞRENİLMESİNDE YARDIMCI OLUR.

1) ORTALAMANIN ÜSTÜNDE YADA YUKARI TREND

- PROSES ÇIKIŞ DEĞERLERİNDE BÜYÜK YAYILIM ; MAKİNADA BOZUKLUK , VARDİYA ARASI HATALI MALZEME GİRDİSİ

- ÖLÇME METODU - PROSESİ DEĞİŞMİŞ OLABİLİR

7 NOKTA ORTALAMANIN ÜSTÜNDE
7 NOKTA ORTALAMANIN ALTINDA
7 NOKTA ARDIŞIK OLARAK AŞAĞI -
YUKARI TRENDLİ

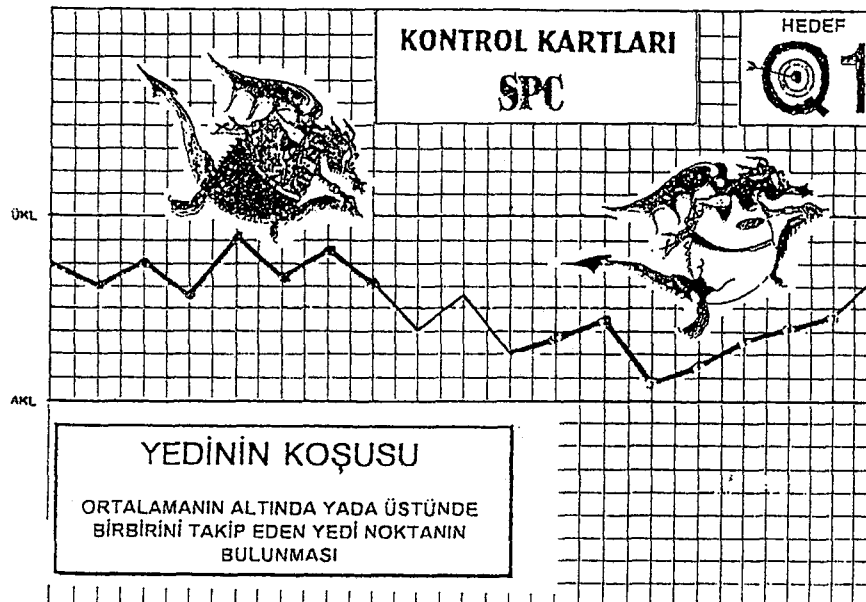
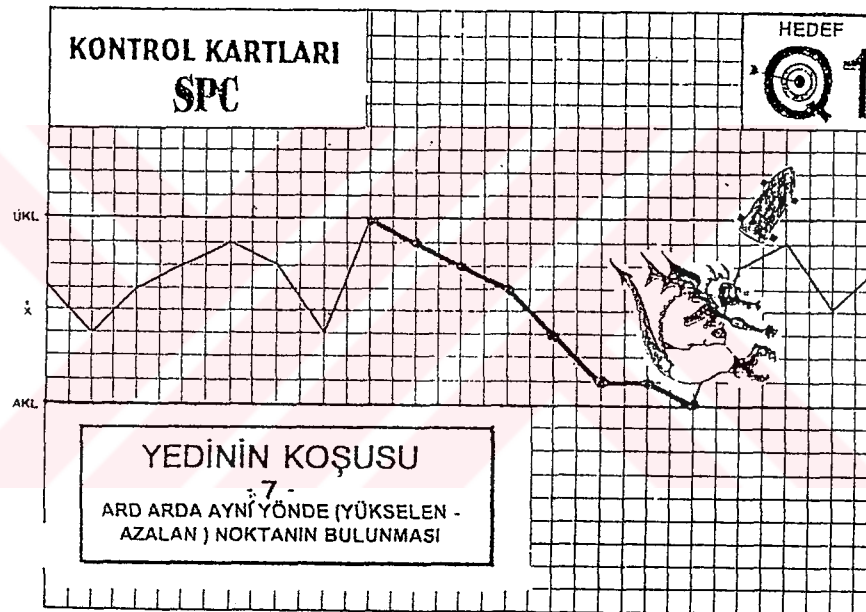
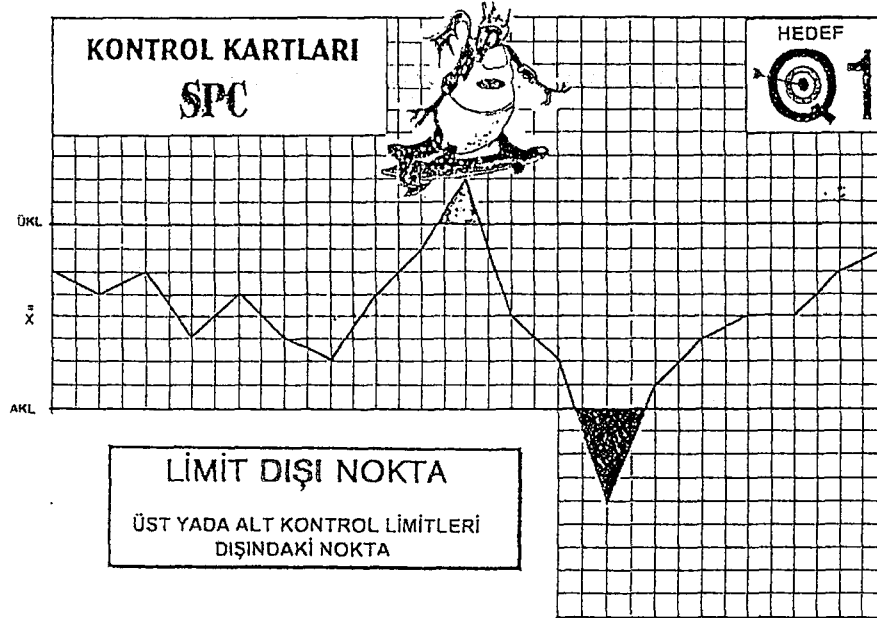
BU TİP KOŞULLU NOKTALARIN BAŞLANGIÇ NOKTASINI BULUN ; BU OLAYIN BAŞLANGICINI TESPİT ETMEK İÇİN ; ZAMAN VE VARDİYANIN ÖĞRENİLMESİNDE YARDIMCI OLUR.

- PROSES ORTALAMASI DEĞİŞMİŞTİR YADA HALEN DEĞİŞİM DEVAM ETMEKTEDİR.

- ÖLÇME METODU - PROSESİ DEĞİŞMİŞ OLABİLİR

R ORTALAMA
2) ORTALAMANIN ALTINDA YADA AŞAĞI TREND - İYİYE GİDİŞAT BELİRTİSİ , DAHA DÜŞÜK BİR YAYILIM ; PROSESDEKİ İYİLEŞMENİN NE OLDUĞU TESPİT EDİLMELİ - ÖLÇMEDE PROSES HATALARINI ÖRTBAS EDEN BİR ÖLÇÜM PROSES DEĞİŞİMİ NOT : R ORTALAMANIN ANALİZİNDE ; ANCAK 8 VEYA DAHA FAZLA ALT GRUP KULLANILDIĞINDA , PROSESİN İYİLEŞTİĞİ KABUL EDİLEBİLİR. 3)AŞIKAR RASTLANTISAL OLMAYAN MODELLER YUKARIDA BELİRTİLENLERİN DIŞINDA BAZI MODELLER DE , PROSESTEKİ ÖZEL SEBEPLERİN BELİRTİSİDİR.YALNIZ , BU İNCELEMELER ÇOK DİKKATLİ BİR ŞEKİLDE YAPILMALIDIR KEZA BAZEN NORMAL PROSESLER DE DAHI, RASTLANTISAL OLMAYAN MODELLER GÖRÜLEBİLİR.BUNUN İÇİN NOKTALAR ARASI DEĞERLER DİKKATLİCE İNCELENMELİDİR, (MİSAL ; İLK OKUMA SÜREKLİ EN BÜYÜK DEĞERE SAHİP)

X ORTALAMA
3)AŞIKAR RASTLANTISAL OLMAYAN MODELLER YUKARIDA BELİRTİLENLERİN DIŞINDA BAZI MODELLER DE , PROSESTEKİ ÖZEL SEBEPLERİN BELİRTİSİDİR.YALNIZ , BU İNCELEMELER ÇOK DİKKATLİ BİR ŞEKİLDE YAPILMALIDIR



Şekil 4.1

Kontrol Kartları Hata Mesajları

Bölüm 5 . Otosan' dan uygulama örnekleri

Otosan da SPC uygulamaları 1976 yılında başlatılmış , gerekli belgeler Ford kökenli olarak hazırlanmıştır. Ancak gerekli eğitimler tam olarak hattaki işçiye indirilemediğinden ve o yıllarda SPC nin gerçekten başarılı olacağı Avrupa' da da kanıtlanmadığından Ford tarafından bir talep yoğun olarak yapılmamış ve uygulamalar rafa kaldırılmıştır.1985 yılında Taunus projesi çerçevesinde bu sefer Ford tan da gelen taleplerle bu konuda yeniden yapılanmaya gidilmiş ve özellikle talaşlı imalatla başarılı uygulamalar yapılmıştır ancak SPC işi Kalite Kontrol personelinin işi olarak gözüktüğünden , mantık tam olarak hatta ki elemanlara ve diğer çeşitli kademe Otosan çalışanlarına aktarılamamıştır.

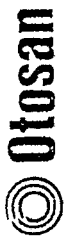
SPC nin tekrar gündeme gelişi Escort projesi başlarına denk gelmiştir ancak bu sefer KOÇ2000 projesi destekli olarak ve Ford un Q1 (Kalitede 1 numara) ödülünü almak için seferber olan fabrika Genel Müdüründen , hattaki işçisene kadar topyekün bir değişim içine girmiştir.Daha önceki tecrübelerinden ders alan ve SPC ye gerçekten inanan fabrika yönetimi bu sefer işe doğru nokta olan tüm fabrikanın beklisinden , test şöförüne kadar eğitime alınmasıyla başlamıştır.Tüm fabrika çalışanlarını içeren bir eğitim programı hazırlanmıştır.Bu eğitimlere ekte listesi verilen 34 kişi öncelikli olarak iki grupta alınmışlardır.Buradaki şahıslar departman şefleri ve proses mühendisleridir.

Eğitimler sonrası ve paralelinde , daha önce gene ileride SPC için kullanılması düşünülen montaj operasyon kartları incelenmiş bu kartlar doğrultusunda önemli olarak seçilen öncelikli proseslerde SPC çalışmaları başlatılmıştır.Bu çalışmaların neticeleri aylık olarak yılbaşından bu yana tez içerisinde belirtilmiş olan yeteneğin sayısal göstergesi Cp-Cpk değerleri vasıtasıyla gerekli kademelere yayınlanmıştır , bu çalışma sonuçları herhangi bir yerde ticari hiçbir gayeyle kullanılması yasak olacak şekilde tezin bu bölümünde görülebilir.

İlerleyen sayfalarda gene kullanım ve çoğaltım hakkı gene Otosan ' a ait olmak üzere , sadece bilimsel bir tez çalışmasında örnek olmak amacıyla , kontrol kartı örnekleri görülebilir.Burada örnek olarak çok yaygın kullanıma sahip X-R kartları kullanılmıştır.Genelde Otosan 'da montaj - boya - talaşlı imalat atölyelerinde X-R kartları , Pres - Gövde Atölyelerinde ise C chart ve UPAS adı verilen araç fena puanlarının kayıdedilip incelendiği bölümde koşu kartları kalite seviyesini belirleme de kullanılmaktadır.

Tablo 5.1 SPC Seminerine Katılım Takip Dosyası Örneği

NO	ADI	SADI	BÖ.KOD.	TARİH	SÜRE	AÇIKLAMA
1	ÜLGEN	ŞİŞLIOĞLU	İMG	2-3/5/94	2	
2	BURAK	GÖKÇELİK	İMG	2-3/5/94	2	
3	SEBAHATTİN	GÖĞÜŞ	ÜP	2-3/5/94	2	
4	AHMET	BAŞOĞLU	ÜP	2-3/5/94	2	
5	TALİP	ÇİRASUNLAR	İMG	2-3/5/94	2	
6	A.CEMAL	GÜNAYDIN	İMM	2-3/5/94	2	
7	M.CANDAN	GÜNEL	İMM	2-3/5/94	2	
8	İ.HAKKI	ÖZER	KK	2-3/5/94	2	
9	VOLKAN	SİPAHİ	KK	2-3/5/94	2	
10	İLHAN	OLGUN	İMM	2-3/5/94	2	
11	VEDAT	OKYAR	SA	2-3/5/94	2	
12	MEHMET	BALABAN	SA	2-3/5/94	2	
13	SİNAN	SARI	END	2-3/5/94	2	
14	ALTUĞ	HAYAL	END	2-3/5/94	2	
15	TANER	TEKİN	İMM	2-3/5/94	2	
16	YALÇIN	UYGÜNER	ÜP	2-3/5/94	2	
17	NURİ	OTAY	SA	2-3/5/94	2	
18	GÜNGÖR	HEPGÖKÇEN	SA	2/5/1994	2	
19	MEHMET	ÖZBAY	KK	2/5/1994	2	
20	ASLAN	UZUN	SA	2/5/1994	2	
21	ZİYA	HAYIRLIOĞLU	Tİ	26-28/4/94	3	
22	MUHSİN	BUDAKOĞLU	İMG	26-28/4/94	3	
23	MUSTAFA	KAYHAN	PER	26-28/4/94	3	
24	EROL	İLMEZ	KK	26-28/4/94	3	
25	FİKRET	ÖZİŞIKYILMAZ	İMM	26-28/4/94	3	
26	GÜLTEKİN	HANLIOĞLU	İMM	26-28/4/94	3	
27	BÜLENT	AKDOĞAN	İMM	26-28/4/94	3	
28	FATİH	ÖZUN	KK	26-28/4/94	3	
29	M.AKİF	AKIDİL	İMM	26-28/4/94	3	
30	MEHMET	İLHAN		26-28/4/94	3	
31	GÜVEN	ÖZYURT	SM	26-28/4/94	3	
32	HAYDAR	YENİGÜN	İMG	26-28/4/94	3	
33	HASAN	ÇOBANOĞLU	END	26-28/4/94	3	
34	BURÇİN	FALAY	END	26-28/4/94	3	



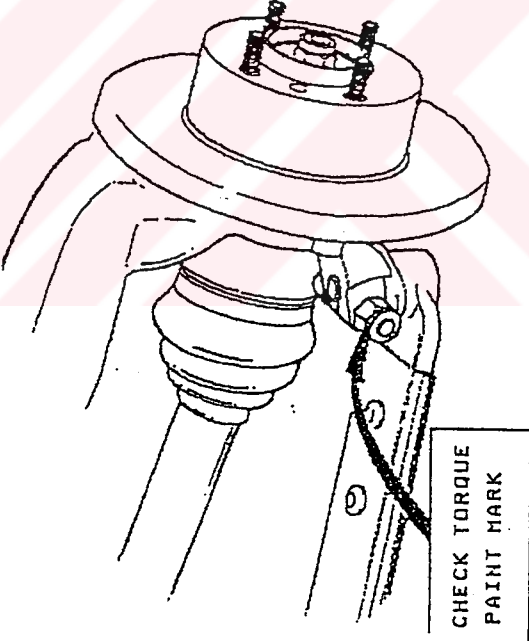
KALİTE KONTROL MÜDÜRLÜĞÜ

ÜNİTE : CE14

MONTAJ OPERASYON KONTROL KARTI

PARÇA ADI VE NO : AKSON - ALT KOL

82.2

OP NO	Ş E M A	TORK DEĞERİ VE AÇIKLAMA
		ÖN TEKERLEK - AKSON KOMPLEKSİNE BAĞLANAN ALT KOL VE KÜRESEL MAFSAL KOMPLEKSİNİN EL İLE TORK KONTROLÜ SIKMA TORKU 47-56 Nm KONTROL TORKU 48 Nm

Şekil 5.1 Akson Alt Kol Kontrol Kartı

YAYIMLANMA TARİHİ : 10/08/1993 HAZIRLAYAN: C.VOLKAN SİPAHİ T.ÜÇÜNCÜOĞLU	Revizyon Tarihi 28/03/94	Revizyon TORK DEĞERİ: 54-60 Nm idi.	Kontrol Kontrol Tarihi :
---	-----------------------------	--	-----------------------------



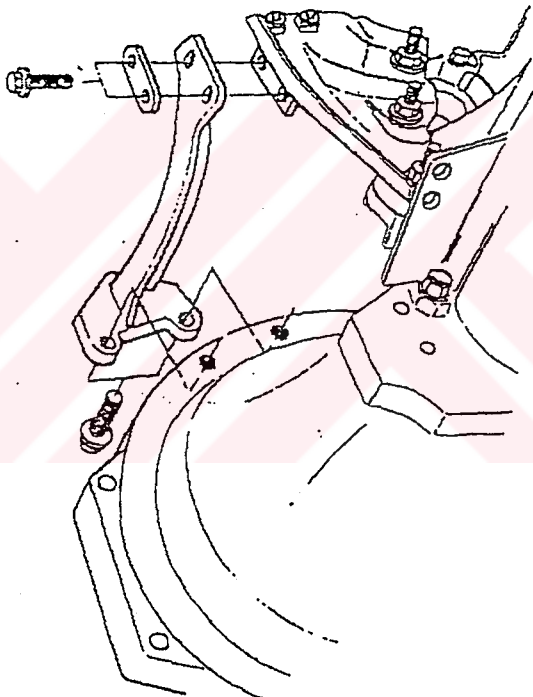
KALİTE KONTROL MÜDÜRLÜĞÜ

ÜNİTE : CE14

MONTAJ OPERASYON KONTROL KARTI

A 2.2

PARÇA ADI VE NO : **TAKVİYE**

OP NO	Ş E M A	TORK DEĞERİ VE AÇIKLAMA
		SOL ARKA DESTEK ve TRANSMİSYON ÜZERİNE MONTE EDİLEN TAKVİYE ÇUBUĞU SIKMA TORKU 58 - 79 Nm KONTROL TORKU 42 Nm

YAYIMLANMA TARİHİ : 10/08/1993

HAZIRLAYAN: C.VOLKAN SİPAHI
T.ÜÇÜNCÜOĞLU

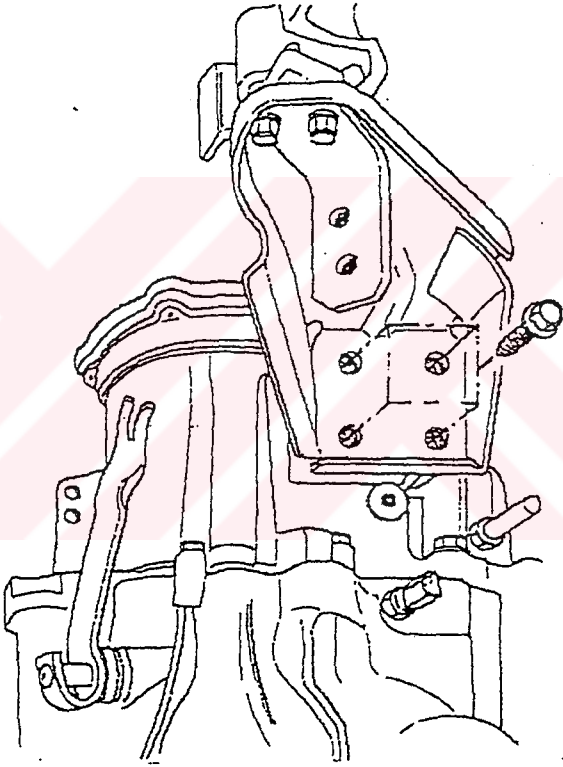
Revizyon Tarihi

Revizyon

Kontrol

Kontrol Tarihi :

Şekil 5.2 Takviye Şanzıman Desteği Kontrol Kartı

OP NO	Ş E M A	TORK DEĞERİ VE AÇIKLAMA
		ÖN SOL TUTUCU / İZOLATÖR / DESTEK KOMPLESİNİN TRANSMİSYONA BAĞLANMASI SIKMA TORKU 49 - 61 Nm KONTROL TORKU 42 Nm

YAYIMLANMA TARİHİ : 10/08/1993 HAZIRLAYAN: C.VOLKAN SİPAHI T.ÜÇÜNÇÜOĞLU	Revizyon Tarihi	Revizyon	Kontrol
			Kontrol Tarihi :

Şekil 5.3 İzolatör Destek ve Tutucu

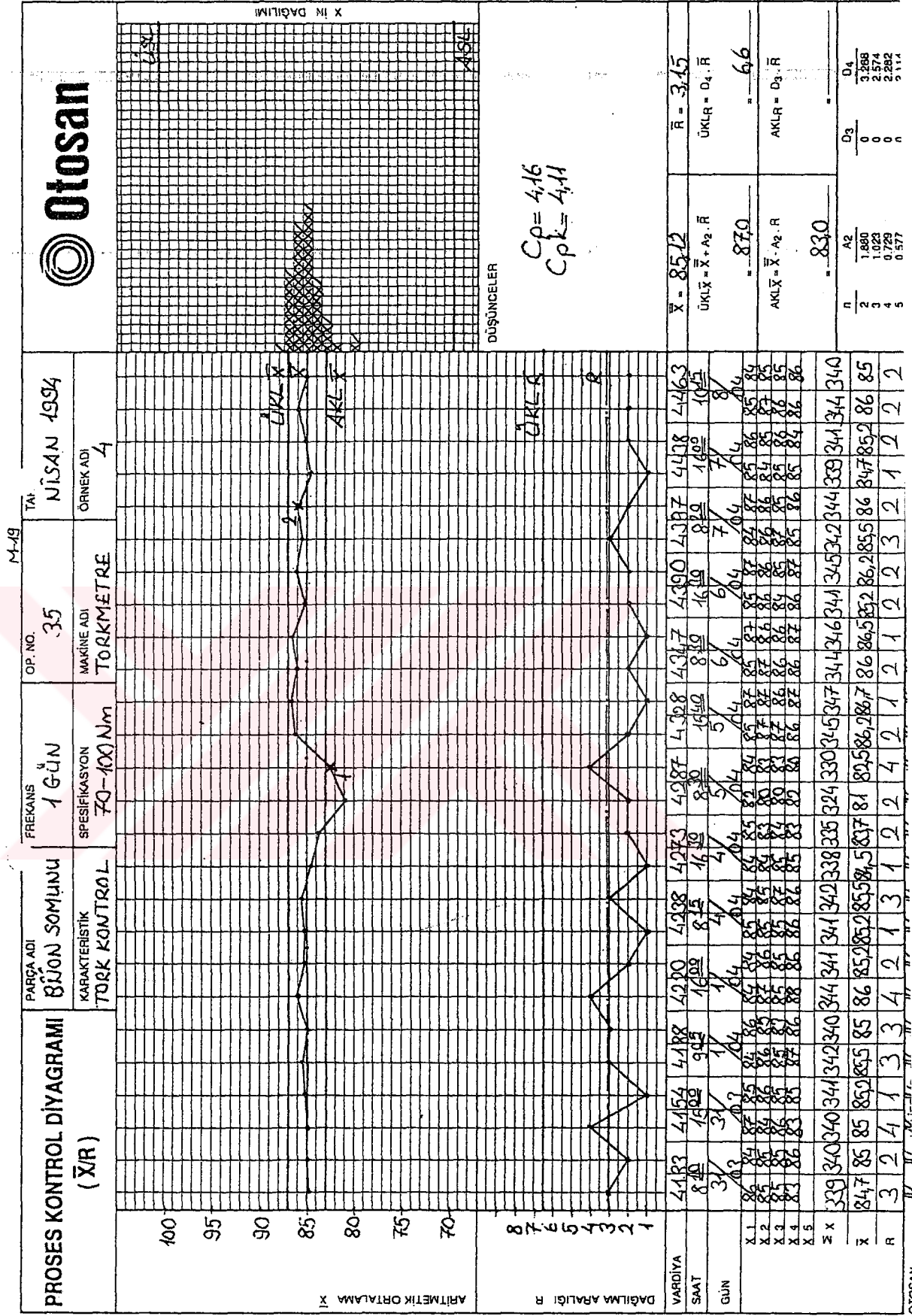
Tablo 5.2 Cp - Cpk Değerleri Yayın - Kayıt Tablo Örneği

MONTAJ HATTI CE14 1994 Cp-Cpk DEĞERLERİ

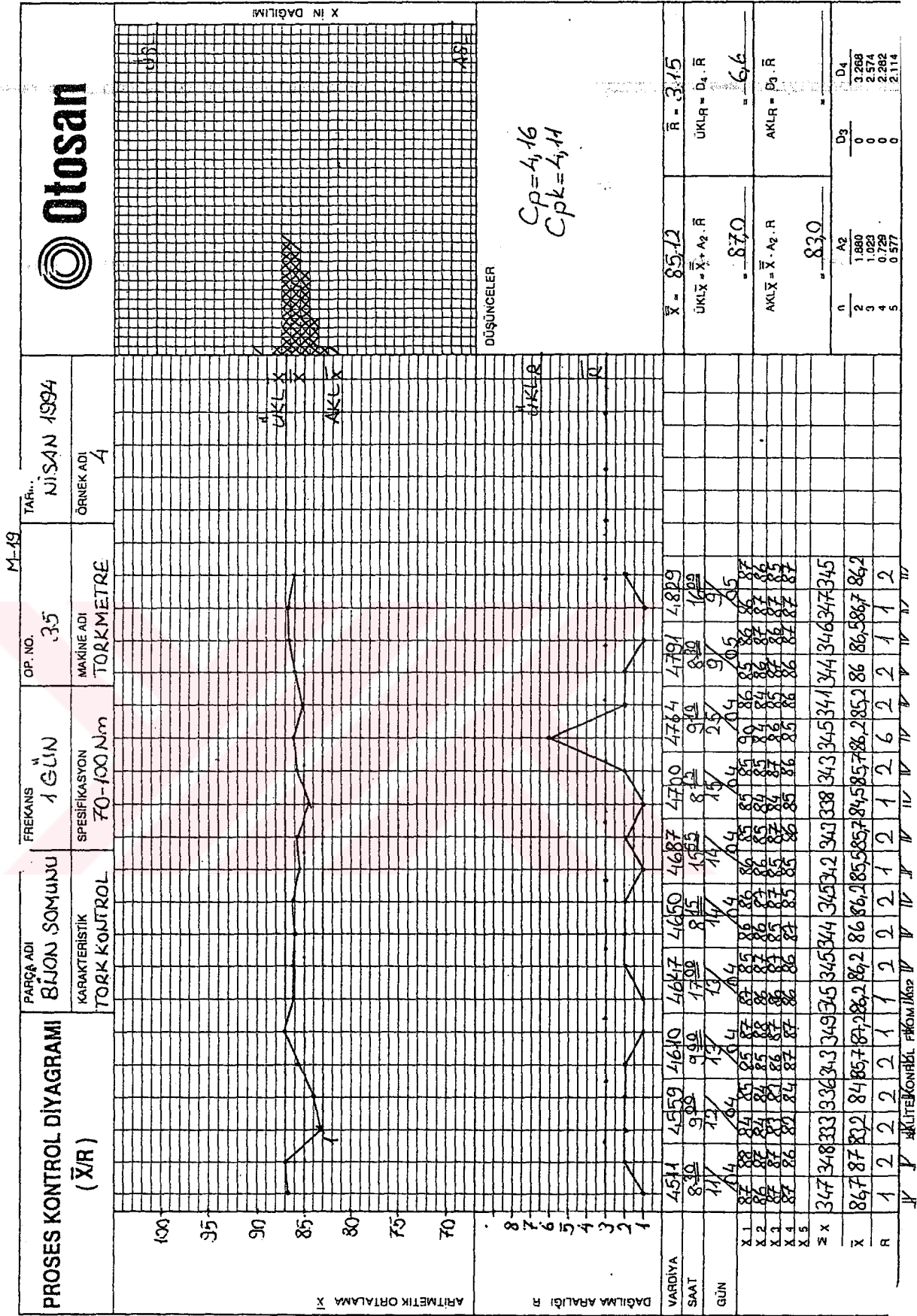
ÖZELLİKLER	SPEK	OCAK		ŞUBAT		MART - NISAN **		MAYIS		HAZİRAN		TEMMUZ		EYLÜL		EKİM		KASIM		ARALIK	
		Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk	Cp	Cpk
ON SUSP. GÖVDEYE MONTAJI	95-111	1,03	0,87	1,00	0,87	1,11	0,85														
SOL INSILATORUN GÖVDEYE MONTAJI	58-79	1,15	0,84	2,20	1,90	2,75	2,23														
ON AMORTİSÖRÜN AKSONA MONTAJI	80-90	1,34	1,04	1,30	1,00	1,85	1,59														
ARKA AMORT. ÜSTTEN GÖV. MON.	28-40	1,79	1,10	1,50	1,00	1,92	1,18														
SAFTI AKSONA BİRLEŞTİRME	220-250	1,09	0,98	1,30	1,10	1,86	1,3														
BIJON SOMUNU	70-100	6,49	6,48	4,16	4,11	3,6	3,4 *														
ARKA SOL PORYA BİLYA DÖNME TORKU																					
SPEK DEĞERİ TEMİN EDİLEMEDİ																					
SAG INSILATORUN ÜSTTEN GÖVDEYE MONTAJI	70-97	1,28	0,90	1,80	1,20	2,61	1,91														
ÖN AMORTİSÖRÜN ÜSTTEN GÖVDEYE MONTAJI	28-40	1,03	0,85	1,70	1,60	1,92	1,66														
ARKA AKSA, AMORTİSÖRÜN MONTAJI	102-138	2,26	1,86	2,50	2,00	2,5	2,16														
SANZUMANIN MOTORA MONTAJI	37-50	1,24	1,09	2,00	1,70	1,44	1,22														
ÖN SOL ALT DESTEĞİN SANZ. MONTAJI 2 CİV	130-170	2,42	1,45	2,50	1,50	3,66	2,12														
SOL ALT DESTEK BRK. SANZ. MONTAJI 4 CİV	65-79	2,24	2,20	1,10	1,00	1,37	1,35														
SAG INSULATOR- DESTEK MONTAJI	58-79	4,17	4,10	2,10	2,00	2,21	2,18														
ARKA AKSIN GÖVDEYE MONTAJI	41-58	1,53	1,29	0,50	0,44	1,72	1,52														
SAG INSULATORUN SİLİNDİR BLOĞUNA MONTAJI	76-91	1,66	1,34	1,70	1,50	1,72	1,42														
ZETEC/CVH																					
TAKVIYE KOLUNUN SANZUMANA MONTAJI	58-79	2,65	2,49	2,20	2,00	2,36	2,25														
PAS POMPO KASNAGININ MONTAJI	21-28	1,67	1,67	1,68	1,67	1,44	1,44														
ALT SALINCAC KOLUNU AKSA BİRLEŞTİRME	47-56	1,03	0,85	1,03	0,85	1,1	0,75														
DİREKSİYON DİSLİSİNE SAPLAMA MONTAJI	20-28	1,83	1,75	1,83	1,75	1,62	1,47														
DİREKSİYON MİLİNİ MAFSALA BAĞLAMA	20-28																				
DEĞER OKUMAYA UYGUN APARAT YOK																					
VİTES KOLU KELEPÇESİ	14-19	1,19	1,02	1,19	1,02	1,11	0,93														

* KONTROL FREKANSI VE HESAPLAMA METODU MART-NISAN AYI İTİBARIYLA DEĞİŞTİRİLMİŞTİR.

**MART - NISAN AYLARINDA ÜRETİM SAYISI DÜŞTÜĞÜNDEN DEĞERİ FİNİŞİME REFERANS YAPILMIŞTIR.



Şekil 5.5 Bijon Somunu X-R Kontrol Kartı



Şekil 5.6 Bijon Somunu X-R Kart (2.Kart Devam Eden Çalışma)

Sonuçlar ve Öneriler

Tez içerisinde de belirtildiği , gibi günümüzdeki değişimlerden en önemlilerinden birisi , sanayide ki KALİTE kavramının değişmesidir. Artık Kalitenin kontrol edilerek arttırılamayacağı , Kalitenin imalat esnasında üretileceği anlaşılmıştır , rekabet şartları düşünüldüğünde firmaların müşterilerine aynı mamulü daha ucuza temin edilebilmesinin tek yolunun , gider maliyetlerinin azaltılması olduğu açıktır , bunun bir yolu hatalı parçayı üretmemek ve dolayısıyla hatalı parça için bir maliyet oluşturmamaktır , bunun yanında gelen tashih maliyetleri ve kontrol maliyetleride düşecek , kontrol için fabrikalarda ayrılan eleman , zaman ve ekipman üretimde değerlendiriliceğinden aynı şartlarda daha fazla üretim yapılacaktır. Bunun tek bir anlamı vardır oda malın ucuzlamasıdır. Geriye tek bir engel kalmaktadır o da pazarlama , günümüzde ki gibi bir ekonomik durgunlukta SPC hiçbirşey yapamayacak ve SPC uygulanan fabrikalarda da , fayda aşikar vaziyette ortaya çıkamayacaktır.

Otosan daki uygulamaların sonuçları kısaca şöyledir ; ekte verilen uygulama örneklerinde de görüldüğü gibi buna benzer birçok noktada (Halehazırda 50 , hedef 200) kontrollerin SPC ile işi yapan hat elemanına yaptırılması böylece hem hatalı ürün üretmeyen , dolayısıyla müşterisine hatalı ürün kaçma korkusu olmayan bir fabrika - firma olmak , hemde daha önceden sadece kontrol yapan elemanlarını üretimin içine dahil etmek gibi bir fayda hemen ortaya çıkmıştır. Ekonomik durgunluk sebebiyle , faydanın değeri hesaplanamamıştır ancak hedef bu noktaların yani SPC ile kontrol yapılan noktaların arttırılması olduğundan , Otosan ın bu araca güvendiği ve uygulayacağı aşikardır.

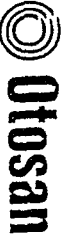
Uygulama sadece tek bir fabrika da olmayacaktır , özet bölümünde de belirtildiği üzere Türkiyede ki sanayinin bel kemiği olan iki holding bu konuda çalışmalarını çeşitli proje isimleri altında sürdürmektedirler. Zaman içinde de tüm sanayiye yayılacağına kesinlikle inandığım bu konu için Üniversitemizde bir ders açmak , seçmeli olabilir ve sanayide çalışmaya atılacak genç meslekdaşlarımıza rakiplerinden üstün olmaları için bu eğitimin verilmesi en azından konunun ismen ve ana kavramlarıyla kısaca tanıtılması , samimi bir öneridir , Otosan da SPC eğitimlerini KOGEM destekli olarak , ben verdim ve vermekteyim bu konuda Üniversiteden gerekli öğretim üyeleri ile görüşmeye , mesai saatlerim elverdiği sürece açığım.

KAYNAKLAR

- | | | |
|--------|---|--|
| [1] | JURAN , J . M . | Quality Control Handbook 3rd Edition |
| [2] | FIAT - ISVOR | SPC Eğitim Notları Tercüme Kogem 3 Cilt |
| [3] | WOMACK , P . J .
ROOS , D .
JONES , D . T . | The Machine Changed The World ,
Tercüme , OSD 1990-91 |
| [4] | KOGEM | Problem Çözme Teknikleri |
| [5] | SAYGILI , İ . | Üretim Yönetiminin Fonksiyonları ,
İstanbul 1991 |
| [6] | GOAL / QPC | The Memory Jogger 2nd Edition 1988 |
| [7] | FORD Motor Company | Process Capability Guidelines EU 882 a
(Nov . 1990) |
| [8] | GRANT , E . C | Statistical Quality Control , 4th Edition
McGraw Hill Book Corp. 1980 |
| [9] | FORD Motor Company | Statistical Process Control Instruction
Guide EU 880a (Mar. 1987) |
| [10] | ÜÇÜNCÜOĞLU , T . | SPC Seminar Notları Mod 1 , Mod 2 ,
Mod 3 Otosan 1994 |
| [11] | KANIPAK , A . | İstatistik Kalite Kontrol , Otosan 1976 |
| [12] | BOTHE , D . | SPC For Short Production Runs , IQI . INC
. Michigan 1990 |
| [13] | FORD Motor Company | SPC For Dimensionless Material |

EKLER

Ek	Açıklama	İlgili Sayfa
Ek A	Montaj Operasyon Kontrol Kartı (Takviye Çubuğu)	63
Ek B	Montaj Operasyon Kontrol Kartı (Ön Süspansiyon)	64
Ek C	Orjinal X / R Kartı Formatı (Ref. FORD Dagenham Fab.)	65
Ek D	Otosan ' da Kullanılacak C Kart Formatı	66
Ek E	Makina Yetenek Çalışması Örneği	67
Ek F	Aşırı Kayık dağılım İçin Yetenek Çalışması Formatı	68
Ek G	Normal Olmayan Dağılım İçin Log Kağıdı	69
Ek H	Dağılımı Belirlenemeyen Veri İçin Weibull Kağıdı	70
Ek I	Kullanılan Formül ve Katsayılar Tablosu (Orjinal FORD Kaynaklı)	71



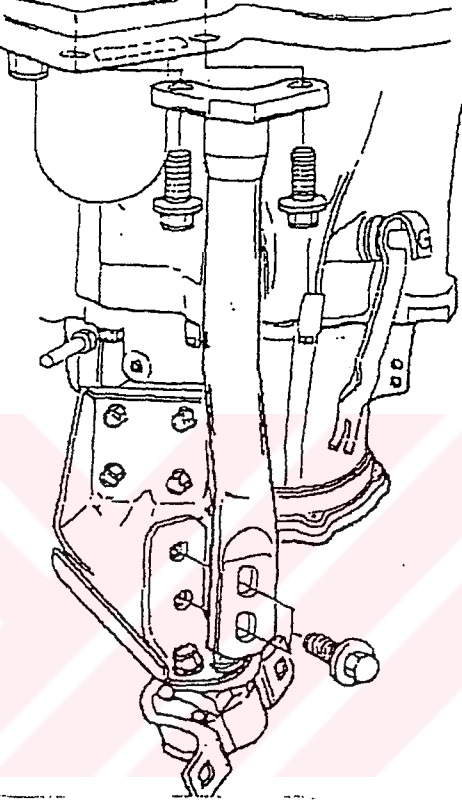
KALİTE KONTROL MÜDÜRLÜĞÜ

ÜNİTE : CE14

MONTAJ OPERASYON KONTROL KARTI

A 2.1

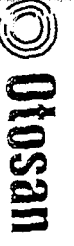
PARÇA ADI VE NO : **TAKVİYE ÇUBUĞU**

OP NO	Ş E M A	TORK DEĞERİ VE AÇIKLAMA
		ÖN SOL DESTEĞE VE TRANSMİSYONA BAĞLANAN TAKVİYE ÇUBUĞU SIKMA TORKU 58-79 Nm KONTROL TORKU 43,5 Nm

YAYINLANMA TARİHİ : 10/08/1993	Revizyon Tarihi	Revizyon	Kontrol
HAZIRLAYAN: C.YOLKAN SİPAHİ			Kontrol Tarihi :
T.Üçüncüoğlu			

Ek A Montaj Operasyon Kontrol Kartı (Takviye Çubuğu)

Ek B Montaj Operasyon Kontrol Kartı (Ön Süspaniyon)



KALİTE KONTROL MÜDÜRLÜĞÜ

ÜNİTE : CE14

MONTAJ OPERASYON KONTROL KARTI

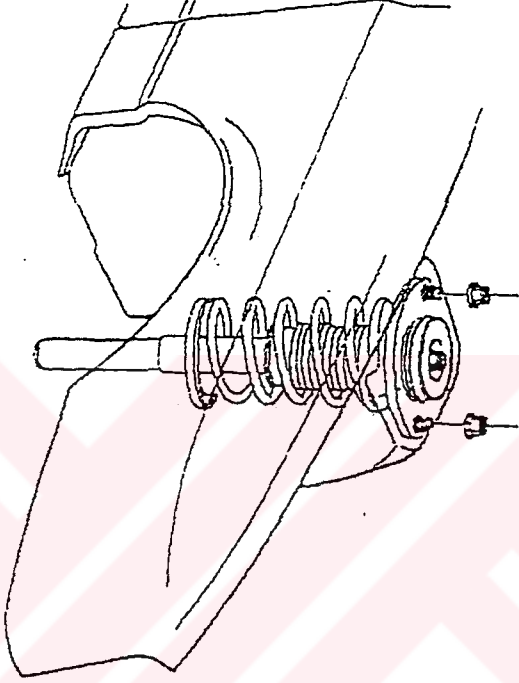
86

PARÇA ADI VE NO : **ÖN SÜSPANSİYON**

OP. NO

Ş E M A

TORK DEĞERİ VE AÇIKLAMA



GÖVDEYE MONTE
EDİLEN ÖN
SÜSPANSİYON
KOLU
SIKMA TORKU
28-40 Nm
KONTROL TORKU
21 Nm

YAYIMLANMA TARİHİ : 10/08/1993
HAZIRLAYAN: C. YOLKAN SİPAHİ
T. ÜÇÜNCÜOĞLU

Revizyon Tarihi

Revizyon

Kontrol

Kontrol Tarihi :

Ek C Orjinal X / R Kartı Formatı (Ref. FORD Dagenham Fab.)

[illegible]

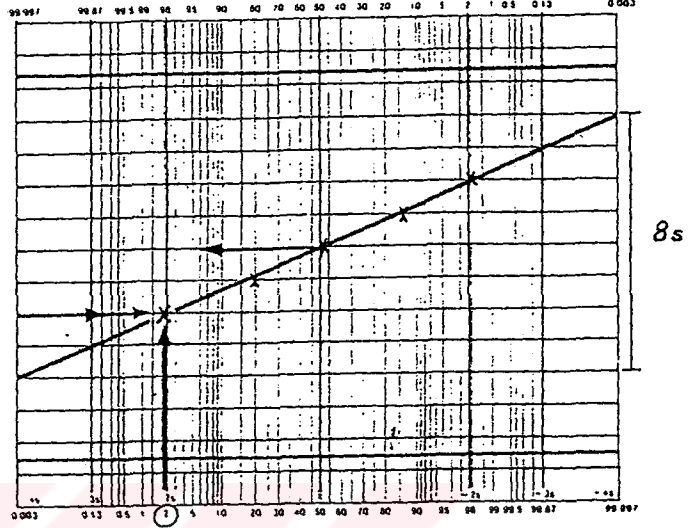
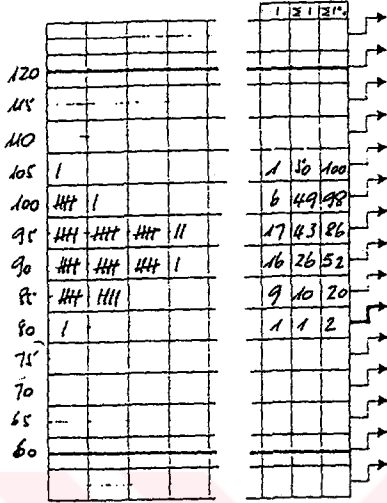
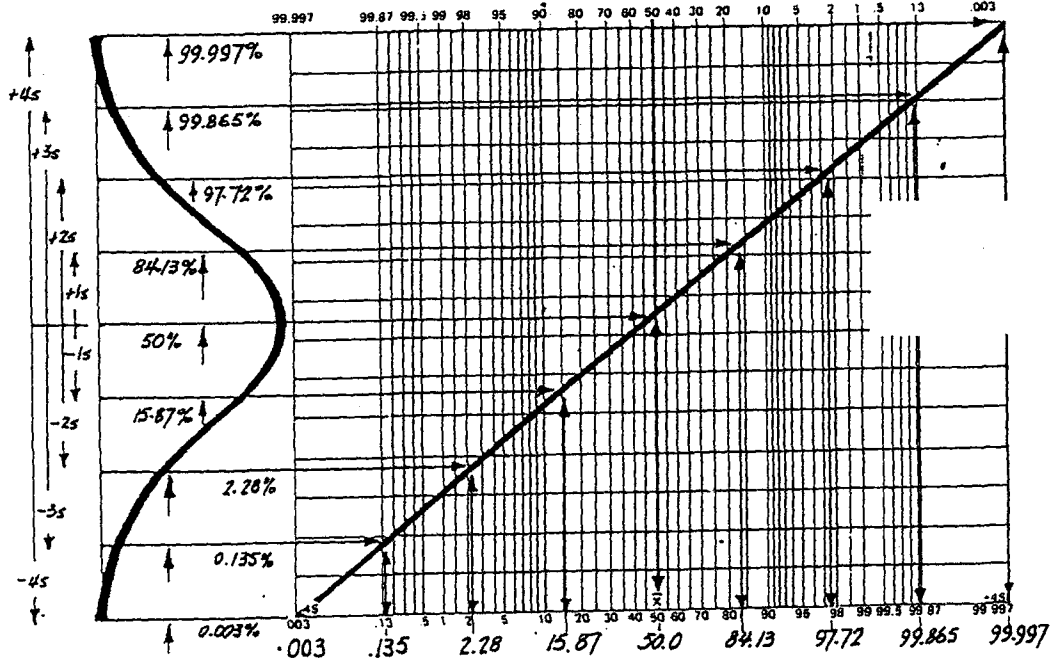
Ek D Otosan ' da Kullanılacak C Kartı Formatı

C CHART									
CONTROL CHART / KONTROL KARTI									
PART NAME / PARÇA NO :									
PART NO / PARÇA NO :									
CHECKING FREQUENCY / KONTROL FREKANSI :									
CHECKING CHARACTERISTIC		NON - CONFORMING UNIT FREQUENCY							
NO KONTROL EDİLEN ÖZELLİK		HATALI PUNTA ADET DAĞILIMI							
1	NO FUSION / GEVŞEK								
2	BURNT / YANIK								
3	SMALL NUGGET / KÜÇÜK DÜĞME								
SUM. OF WELDS / TOPLAM PUNTA									
N.O.K. WELD / HATALI PUNTA SAYISI									
SAMPLE SIZE / NUMUNE ADEDİ		1	1	1	1	1	1	1	1
SCALE INDICATES / SKALA İFADESİ									
NON - CONFORMITIES / HATALI PUNTALAR									
CHOOSE SCALE TO SUIT TOTAL NO. OF DEFAULTS FOUND ON EACH SAMPLE									
SKALA HER NUMUNEDE TESPİT EDİLEN PUNTA ADEDİNE GÖRE SEÇİLİR									
DATE / TARİH									
TIME / SAAT									
SHIFT / VARDIYA									
PLANT / FABRİKA : OTOSAN 1									
INDEPT / R&D İİM - KAYNAK									

f %

Ek E Makina Yetenek Çalışması Örneği

Standart Sapma :

Tolerans Dışı
TahminResim
Toleransı
Tahmini
Yetenek (8s)Hedef Değer
Tahmini
Ortalama

Ek F. Aşırı Kayık Dağılım İçin Yetenek Çalışması Formatı



Yetenek Çalışması

Aşırı Kayık Dağılımı İçin

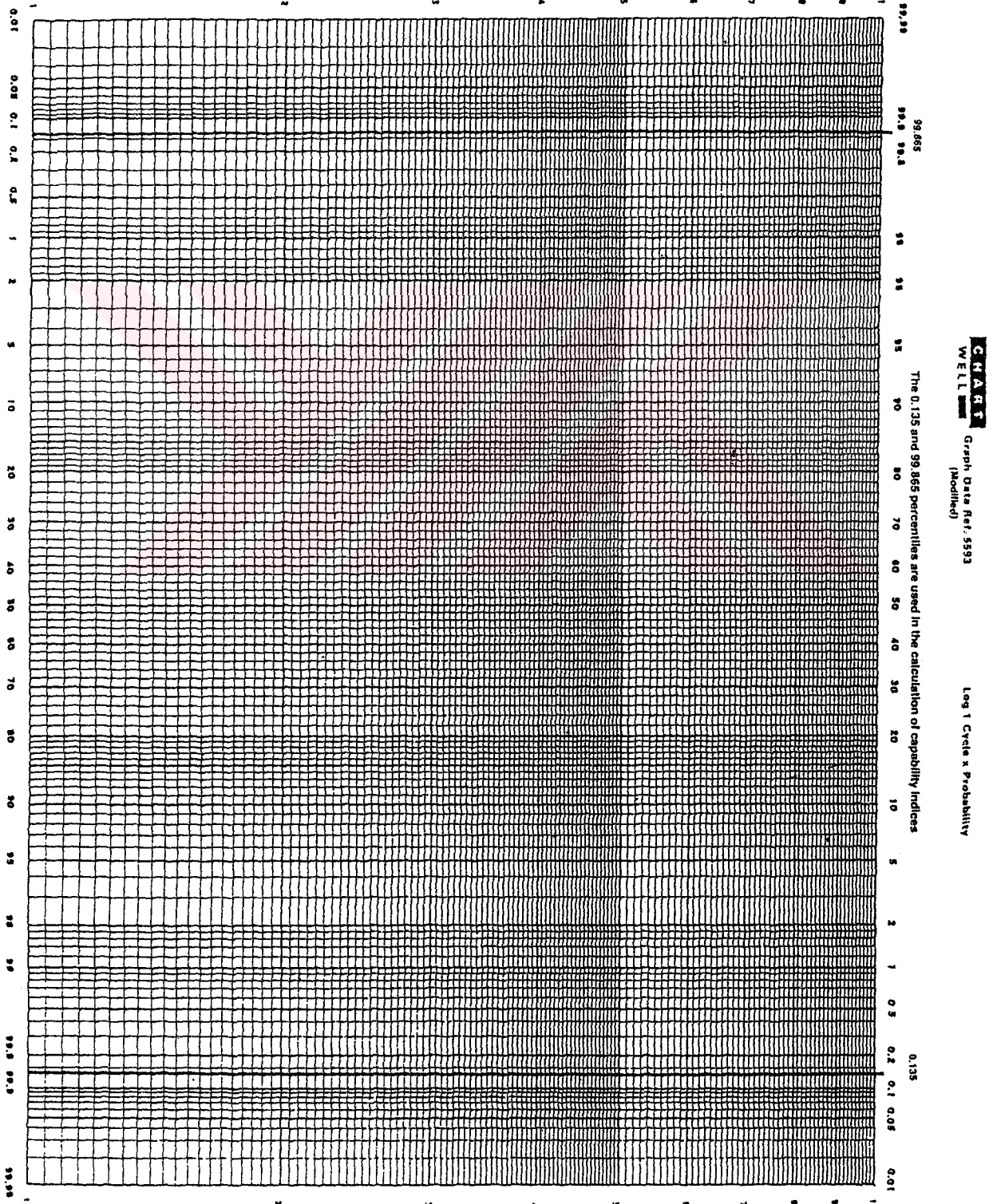


Çalışmanın Yapıldığı Bölge :		
Karakteristik :	Ölçü :	Operasyon :
Parça Numarası :	Parça Adı :	Standart Sapma :

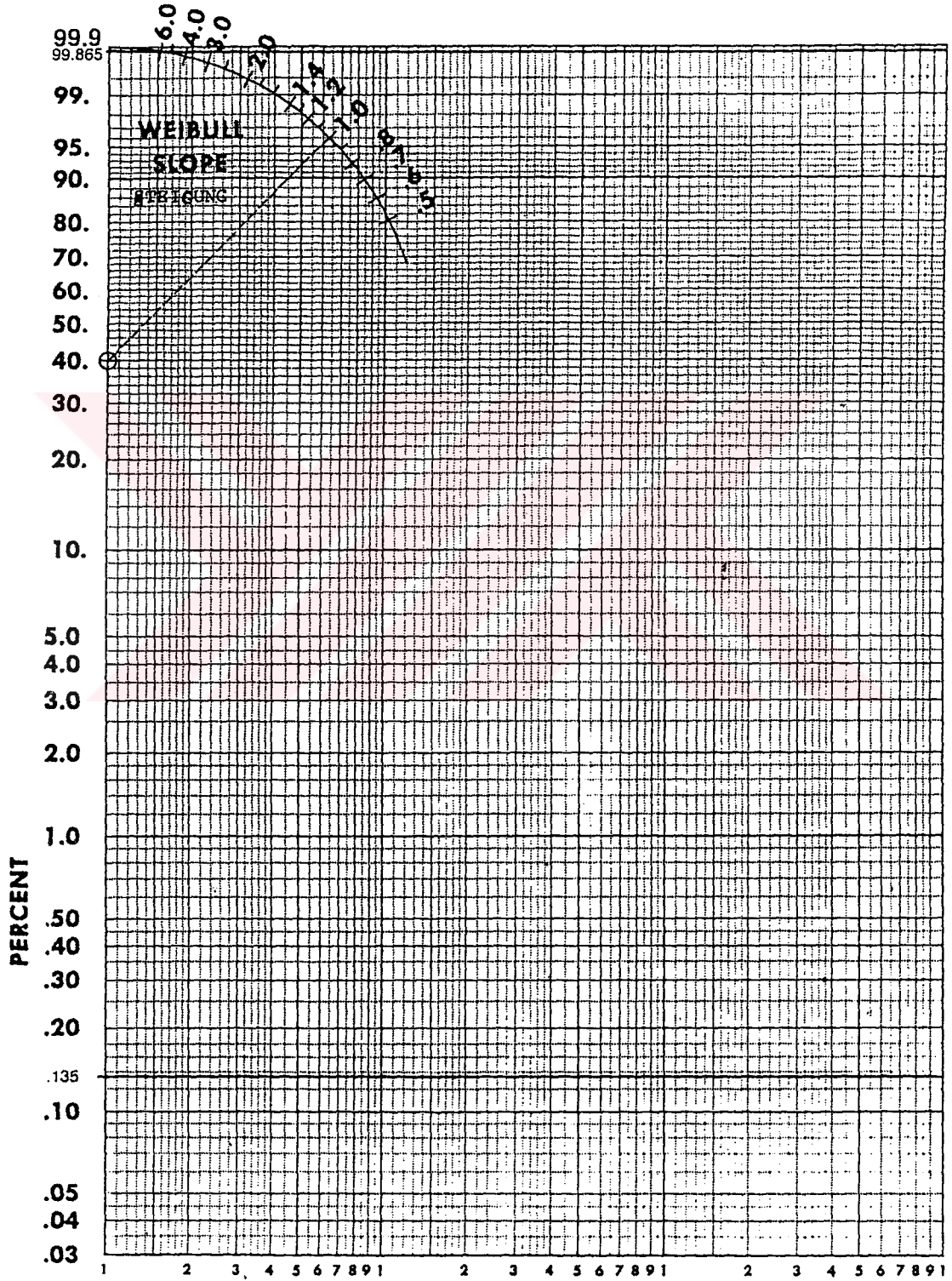
[illegible]

Tolerans Dışı Tahmin	Resim	Hedef Değer
	Toleransı	
Üst %	Tahmini	Tahmini
	Yetenek (8s)	Ortalama
Alt %	Yetenek İndeksi	
Çalışmayan Yapan :		
İsim	İmza	Tarih

Ek G Normal Olmayan Dağılım İçin Log Kağıdı



Ek H Dağılımı Belirlenemeyen Veri İçin Weibull Kağıdı



Ek I Kullanılan Formül ve Katsayılar Tablosu (Orjinal FORD Kaynaklı)

Appendix

Tables of Constants
and Formulae

$\bar{X}$ and R Charts *					$\bar{X}$ and s Chart *			
Subgroup Size n	Chart for Averages ($\bar{X}$)	Chart for Ranges (R)			Chart for Averages ($\bar{X}$)	Chart for Standard Deviations (s)		
	Factors for Control Limits	Divisors for	Factors for		Factors for Control Limits	Divisors for	Factors for	
		Estimate of	Control	Limits		Estimate of	Control	Limits
		Standard Deviation				D ₃		
	A ₂	d ₂			A ₃	c ₄		
2	1.880	1.128	—	3.267	2.659	0.7979	—	3.267
3	1.023	1.693	—	2.574	1.954	0.8862	—	2.568
4	0.729	2.059	—	2.282	1.628	0.9213	—	2.266
5	0.577	2.326	—	2.114	1.427	0.9400	—	2.089
6	0.483	2.534	—	2.004	1.287	0.9515	0.030	1.970
7	0.419	2.704	0.076	1.924	1.182	0.9594	0.118	1.882
8	0.373	2.847	0.136	1.864	1.099	0.9650	0.185	1.815
9	0.337	2.970	0.184	1.816	1.032	0.9693	0.239	1.761
10	0.308	3.078	0.223	1.777	0.975	0.9727	0.284	1.716
11	0.285	3.173	0.256	1.744	0.927	0.9754	0.321	1.679
12	0.266	3.258	0.283	1.717	0.886	0.9776	0.354	1.646
13	0.249	3.336	0.307	1.693	0.850	0.9794	0.382	1.618
14	0.235	3.407	0.328	1.672	0.817	0.9810	0.406	1.594
15	0.223	3.472	0.347	1.653	0.789	0.9823	0.428	1.572
16	0.212	3.532	0.363	1.637	0.763	0.9835	0.448	1.552
17	0.203	3.588	0.378	1.622	0.739	0.9845	0.466	1.534
18	0.194	3.640	0.391	1.608	0.718	0.9854	0.482	1.518
19	0.187	3.689	0.403	1.597	0.698	0.9862	0.497	1.503
20	0.180	3.735	0.415	1.585	0.680	0.9869	0.510	1.490
21	0.173	3.778	0.425	1.575	0.663	0.9876	0.523	1.477
22	0.167	3.819	0.434	1.566	0.647	0.9882	0.534	1.466
23	0.162	3.858	0.443	1.557	0.633	0.9887	0.545	1.455
24	0.157	3.895	0.451	1.548	0.619	0.9892	0.555	1.445
25	0.153	3.931	0.459	1.541	0.606	0.9896	0.565	1.435

$$UCL\bar{X}, LCL\bar{X} = \bar{\bar{X}} \pm A_2\bar{R}$$

$$UCLR = D_4\bar{R}$$

$$LCLR = D_3\bar{R}$$

$$\hat{\sigma} = \bar{R}/d_2$$

$$UCL\bar{X}, LCL\bar{X} = \bar{\bar{X}} \pm A_3\hat{\sigma}$$

$$UCL_s = B_4\hat{\sigma}$$

$$LCL_s = B_3\hat{\sigma}$$

$$\hat{\sigma} = \hat{s}/c_4$$

* From ASTM publication STP-15D, **Manual on the Presentation of Data and Control Chart Analysis**, 1976; pp 134-136. Copyright ASTM, 1916 Race Street, Philadelphia, Pennsylvania 19103. Reprinted with permission.

Özgeçmiş

Tarkan Üçüncüoğlu ,1969 yılında İstanbul ' da doğdu , ilköğrenimini Moda İlkokulunda tamamladıktan sonra , 1987 yılında mezun olduğu Kadıköy Anadolu Lisesine devam etti , bu öğrenimi esnasında iyi derecede İngilizce , orta seviyede Fransızca öğrendi. Mezun olduğu sene İTÜ Makina Fakültesi , Makina Mühendisliğinde okumaya hak kazandı, Üniversite yıllarında Alman Kültürün sadece 1 kurunu tamamlayabildi ve çokaz Almanca öğrendi , 1991 yılında Otomotiv Bölümünden Mezun olurken , Lisans tezi olarak Motorlar Kürsüsünden Otto motorlarında Yakıtların gelişmesini aldı. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde yine Otomotiv dalında yüksek lisans öğrenimine devam etmeye hak kazandı.

Yüksek Lisansın ilk senesinde yaklaşık bir sene Teknik Mümessillik adlı konusu ; ithal sızdırmazlık elemanlarının Türkiye Mümessilliği olan , firmada part-time çalıştı. Daha sonra OTOSAN İstanbul fabrikasında çalışmaya başladı , halen bu firmada Kalite Kontrol Mühendisi olarak görev yapmaktadır. Bugüne kadar Otosan ' ın iki büyük projesi olan VE64 minibüs ve CE14 Escort otomobil projelerinde görev aldı.

Şu anda FORD firmasının en büyük ödülü olan Q1 i almak için başlatılan projede SPC sorumlusu olarak çalışmaktadır , bu sebeple FIAT-ISVOR tarafından Kogem - Arçelik te düzenlenen yaklaşık 1.5 aylık bir seminere katıldı ve Otosan da SPC seminerleri vermeye başladı. Bu esnada çeşitli kuruluşlarda ISO9000 ve toplam kalite üzerine verilen seminerlere katıldı (OSD-BRİSA vs). Bilgisayar konusunda Windows ve Excel için eğitim aldı ayrıca Access kullanmayı öğrendi. Programlama dillerinden Basic ve Fortranı biliyor.

Askerlik durumu , öğrenim sebebiyle tecilli olan , bekar , TC vatandaşıdır.