

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR OTOMOTİV TEDARİKÇİSİNDE ISO/TS 16949 OTOMOTİV
KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ SPESİFİKASYONU
KAPSAMINDA YAPILAN İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL
VE BULANIK MANTIK ÇALIŞMALARI**

YÜKSEK LİSANS

Endüstri Müh. Eylem Gül BULUT

Anabilim Dalı: Endüstri Mühendisliği

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Pınar KILIÇOĞULLARI

KOCAELİ, 2007

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİR OTOMOTİV TEDARİKÇİSİNDE ISO/TS 16949 OTOMOTİV
KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ SPESİFİKASYONU
KAPSAMINDA YAPILAN İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL
VE BULANIK MANTIK ÇALIŞMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Müh. Eylem Gül BULUT

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 10 Ekim 2007

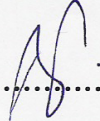
Tezin Savunulduğu Tarih: 12 Aralık 2007

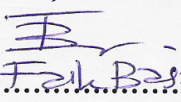
Tez Danışmanı

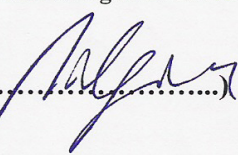
Üye

Üye

Yrd.Doç.Dr Pınar KILIÇOĞULLARI Yrd.Doç.Dr. Faik BAŞARAN Prof.Dr. Nilgün FİĞLALİ

(.....

.....)

(.....

.....)

(.....

.....)

KOCAELİ, 2007

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Teknolojinin hızla gelişip bilgiye ulaşma hızının oldukça arttığı günümüzde rekabet koşulları gitgide zorlaşmakta bu da şirketleri ‘daima daha iyiye’ ulaşmak için zorlamaktadır. Şirketler daima müşteri memnuniyetini arttıracak, daha iyi ürünü daha az maliyetle üretecek böylelikle de karı arttıracak yollar aramaktadır. Bu amaçtan hareketle müşteriye en iyi mamulü sunmayı sağlayacak teknolojileri takip etmeye çalışmakta ve şirket hedeflerini buna göre belirlemektedirler.

Bu hedeflere ulaşmak için hızlı, verimli ve kaliteli üretim şarttır. Fakat bu üç faktörün üretilen üründe aynı anda sağlanabilmesi oldukça zordur. Hızlı üretim kaliteyi düşürebilir, verimlilik sağlanmaya çalışılırken hız düşebilir. İşte tüm bu aksaklıkları ortadan kaldırabilmek ve en kaliteli ürünü en kısa zamanda, en verimli şekilde müşteriye ulaştırabilmek adına çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunların en önemlilerinden ikisi de İstatistiksel Proses Kontrol ve Bulanık Mantık’tır.

ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemleri çalışmaları kapsamında yürütülen İstatistiksel Proses Kontrol projesinde bana çalışma imkanı veren müdürüm Sn. Melda G. ŞAHİN’e, başmühendisim Sn. Yıldırım MERKAN’a, projemde bana yol gösteren değerli hocam Sn. Yrd. Doç. Dr. Pınar KILIÇOĞULLARI’na ve her durumda yanımda olarak bana destek olan arkadaşım M. Serkan KOCAMAN ile tüm hayatım boyunca daima desteklerini ve sevgilerini hissettiğim, bugünlere gelmemi sağlayan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
ÖZET	viii
İNGİLİZCE ÖZET	ix
1. GİRİŞ	1
2. SÜREÇ YÖNETİMİ	5
2.1.Süreç Hiyerarşisi	5
2.2.Sürecin Özellikleri	6
2.2.1 Sürecin çeşitleri	7
2.2.1.1 Temel süreçler	7
2.2.1.2 Destek süreçler	8
2.2.1.3 Gelişim süreci	8
2.2.2 Süreçlerin temel öğeleri	8
2.2.3 Sürecin belirlenmesi ve tanımlanması	9
2.3 Süreç Yönetimi Kavramı	10
2.4 Süreç Yönetiminin Amaçları	10
2.5 Süreç Yönetiminin Getirileri	11
2.6 Süreç Yönetimi Uygulama Adımları	11
3. SÜREÇ İYİLEŞTİRME	13
3.1. Süreç İyileştirme Kavram ve Önemi	13
3.2. Süreç İyileştirme Araçları	14
3.2.1 Veri toplama (5N 1K)	15
3.2.2 Pareto analizi	15
3.2.3 Beyin fırtınası	16
3.2.3.1 Beyin fırtınası nasıl uygulanır?	17
3.2.3.2 Beyin fırtınasında temel ilkeler	17
3.2.4 Kıyaslama (Benchmarking)	18
3.2.4.1 Kıyaslama (Benchmarking)'in temel özellikleri	18
3.2.4.2 Kıyaslama (Benchmarking)'in amaçları ve faydaları	19
3.2.4.3 Kıyaslama (Benchmarking)'in ön koşulları, aşamaları ve başarı-başarısızlık şartları	20
3.2.5 Sebep sonuç diyagramı (Balık kılıcı)	23
3.2.5.1 Sebep sonuç diyagramı nasıl çizilir?	23
3.2.6 İlişki diyagramı	25
3.3. Süreç İyileştirme Yöntemleri ve Metodolojisi	26
3.3.1 Kademeli iyileştirmeler : “BPI-Business Process Improvement”- İş süreçlerinin iyileştirilmesi	26
3.3.2 Sıçramalı iyileştirmeler “BPR-Business Process Re-engineering”- İş süreçlerinin yeniden tasarımı	26

4. ISO/TS 16949 OTOMOTİV KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ.....	29
4.1. ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Nedir?	29
4.2 ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi'nden Beklenen Faydalar	30
4.3 ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi'nin Uygulama Alanları	31
4.4 Şirkette ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Çalışmaları Uygulanmasının Amaçları	31
4.5 ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Kapsamında Yapılan Çalışmalar	31
4.5.1 Hata türü ve etkileri analizi (FMEA-DFMA)	32
4.5.1.1 FMEA'nın yararları.....	33
4.5.1.2 FMEA prosesinin başlatılması gereken durumlar.....	33
4.5.1.3 Proses FMEA	34
4.5.1.3.1 Şiddet	34
4.5.1.3.2 Olasılık	35
4.5.1.3.3 Saptanabilirlik	36
4.5.1.3.4 Risk öncelik sayısı (RÖS).....	36
4.5.1.3.5 Önerilen faaliyetler.....	37
4.5.1.3.6 Faaliyet sonuçları	37
4.5.2 Ölçme sistemlerinin analizi (MSA)	38
4.5.2.1 Ölçme sisteminin analizinin yararları	38
4.5.2.2 MSA'nın temel terimleri.....	39
4.5.2.3 Ölçme prosesi varyansı	39
4.5.2.4 Ölçme sistemine hazırlık.....	40
4.5.2.5 Ölçme sistemleri	41
4.5.2.5.1 Değişken ölçme sistemleri	41
4.5.2.5.2 Nitel ölçme sistemleri	42
4.5.3 İleri ürün kalite planlaması (APQP).....	43
4.5.3.1 Ürün kalite planlamasının esasları	43
4.5.3.1.1 Programın planlanması ve tanımlanması	44
4.5.3.1.2 Ürün tasarımı ve geliştirme.....	44
4.5.3.1.3 Proses tasarımı ve geliştirme.....	44
4.5.3.1.4 Ürün ve prosesin geçerliliği	45
4.5.3.1.5 Geri bildirim, değerlendirme ve düzeltici faaliyet	45
4.5.3.1.6 Kontrol planı	45
4.5.4 Üretim parçası onay prosesi (PPAP).....	46
4.5.5 İstatistiksel proses kontrol.....	47
4.5.6 Global eight diciplines (G8D).....	47
4.5.6.1 Takım yaklaşımı.....	48
4.5.6.2 Problem tanımlama	48
4.5.6.3 Acil düzeltici faaliyetler (Geçici önlem uygulaması)	48
4.5.6.4 Kök neden ve kaçış noktasının belirlenmesi ve doğrulanması	49
4.5.6.5 Kalıcı önlemlerin seçimi ve doğrulanması.....	49
4.5.6.6 Kalıcı önlemlerin uygulanması ve onaylanması	49
4.5.6.7 Problem tekrarının önlenmesi	49
4.5.6.8 Birey ve takım katkılarının takdiri	49
5. KALİTE İYİLEŞTİRMEDE YAPAY ZEKA TEKNİKLERİNİN VE İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROLÜN KULLANIMI.....	51
5.1 Yapay Zeka Tekniklerinin ve İstatistiksel Proses Kontrolün Kalite İyileştirmede Kullanımı ile İlgili Literatür Taraması.....	53

5.2 İstatistiksel Proses Kontrol ve Bulanık Mantık Hakkında Genel Bilgiler	57
5.2.1 İstatistiksel proses kontrol (İPK) nedir?.....	57
5.2.2 Değişkenlik kavramı ve nedenleri.....	58
5.2.2.1 Genel sebepler.....	58
5.2.2.2 Özel sebepler.....	59
5.2.3 İstatistiksel proses kontrol'ün amacı.....	59
5.2.4 İstatistiksel proses kontrol'ün yararları.....	59
5.2.5 Veri toplama ve analizi	60
5.2.5.1 Başlıca veri çeşitleri	60
5.2.5.2 Veri toplama nedenleri.....	60
5.2.6 İstatistiksel proses kontrol'de kullanılan teknikler	61
5.2.7 Makine ve proses yeterlilikleri.....	62
5.2.7.1 Makine yeterliliği.....	63
5.2.7.2 Proses yeterliliği.....	64
5.2.7.3 Proses kontrol çizelgeleri.....	66
5.2.7.3.1 X-MR proses kontrol çizelgeleri.....	68
5.2.7.3.2 X-R proses kontrol çizelgeleri	69
5.2.7.3.3 Çizelgelerin 8 temel durumu.....	70
5.2.7.3.4 Kontrol dışı durumlarda olası nedenler.....	70
5.2.7.3.5 X-s proses kontrol çizelgeleri.....	71
5.2.7.3.6 p çizelgesi.....	72
5.2.7.3.7 np çizelgesi.....	73
5.2.7.3.8 c çizelgesi.....	74
5.2.7.3.9 u çizelgesi.....	75
5.3 Bulanık Mantık	75
5.3.1 Bulanık mantığın kullanım alanları.....	78
5.3.2 Bulanık mantığın avantaj ve dezavantajları	79
5.3.2.1 Bulanık mantığın avantajları.....	79
5.3.2.2 Bulanık mantığın dezavantajları	79
6. İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL VE BULANIK MANTIK	
KULLANILARAK YAPILAN İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI	80
6.1 Şirkette İstatistiksel Proses Kontrol Uygulama Amacı.....	80
6.2 Şirkette İstatistiksel Proses Kontrol Uygulama Adımları	81
6.2.1 İlgili personelin eğitilmesi ve pilot uygulama alanlarının belirlenmesi.....	81
6.2.2 Mevcut durum analizi ve hazırlık aşaması.....	81
6.2.3 Projenin uygulandığı bölümlerde yapılan pilot iyileştirme çalışmaları	82
6.2.3.1 1. ve 2. Soğuk haddehane.....	82
6.2.3.2 1. ve 2. Sıcak haddehane.....	83
6.2.3.3 Çelikhane ve sürekli dökümler.....	83
6.2.4 Soğuk haddehanede İPK kapsamında yapılan bir iyileştirme çalışması.....	83
6.2.4.1 2. Soğuk haddehane	84
6.2.4.2 Sürekli asitleme tandem hattı	84
6.2.4.3 Sürekli tavlama hattı	85
6.2.4.4 Sürekli galvanizleme hattı.....	85
6.2.4.5 Soğuk bobin hazırlama hattı	86
6.2.4.6 2. Soğuk haddehanede yapılan iyileştirme çalışması.....	87
6.2.4.6.1 Asitleme tandem hattında yapılan mevcut durum incelemesi.....	87
6.2.4.6.2 Asitleme prosesine ait sorunun belirlenmesi.....	87
6.2.4.6.3 Prosese ait alınacak önlemin belirlenmesi ve uygulamaya alınması	90

6.2.4.6.4 Yapılan iyileştirmeye ait sonuçların izlenmesi ve değerlendirilmesi	95
6.3 Bulanık mantık uygulaması.....	102
7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	110
KAYNAKLAR	114
ÖZGEÇMİŞ	118

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Süreç kavramı	5
Şekil 2.2. Süreç hiyerarşisi.....	6
Şekil 2.3. Siparişin gerçekleştirilmesi süreci	6
Şekil 3.1. Balık kılçığı diyagramı (Adım 2).....	23
Şekil 3.2. Balık kılçığı diyagramı (Adım 3).....	24
Şekil 3.3. Balık kılçığı diyagramı (Adım 4).....	24
Şekil 3.4. Balık kılçığı diyagramı	24
Şekil 3.5. Moral bozukluğu probleminin sebepleri arasındaki ilişki diyagramı	25
Şekil 4.1. Şiddet değerlendirme tablosu.....	35
Şekil 4.2. 8D yaklaşımı	47
Şekil 5.1. Geri bildirimli proses kontrol sistemi	58
Şekil 5.2. Histogram örneği	62
Şekil 5.3. Bulanık mantık.....	77
Şekil 5.4. Klasik mantık.....	77
Şekil 6.1. Sürekli asitleme tandem hattı.....	84
Şekil 6.2. Sürekli tavlama hattı	85
Şekil 6.3. Sürekli galvanizleme hattı.....	86
Şekil 6.4. Flowmetrenin üstten ve yandan görünüşleri	92
Şekil 6.5. Büyük tanklardan asit basılan, bobin asitlemesinin yapıldığı küçük tanklar ve hattın genel görünüşü	92
Şekil 6.6. Büyük asit tanklarından bir tanesi.....	92
Şekil 6.7. Asit kirlendiğinde otomatik olarak boşaltmayı gerçekleştiren vana.....	93
Şekil 6.8. Büyük tanklardan asit pompalayan valfler	93
Şekil 6.9. Bobinin asitlenmesinde hattın sürekliliğini sağlayan loop makinesi ve asitlenmiş bobin	94
Şekil 6.10. Durum 1'e ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi	103
Şekil 6.11. Durum 1'e ait üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi	104
Şekil 6.12. Durum 1'in üyelik fonksiyonlarına ait kuralların belirlenmesi	104
Şekil 6.13. Durum 1'e ait ocak ayı tahmin değerleri	105
Şekil 6.14. Durum 2'e ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi	107
Şekil 6.15. Durum 2'e ait üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi	107
Şekil 6.16. Durum 2'in üyelik fonksiyonlarına ait kuralların belirlenmesi	108
Şekil 6.17. Durum 2'e ait ocak ayı tahmin değerleri	108

TABLolar DİZİNİ

Tablo 4.1. Olasılık derecelendirme tablosu.....	36
Tablo 5.1. Cp ve Cpk indislerinin karar noktaları.....	65
Tablo 5.2. Kontrol çizelgesi seçimi akış diyagramı.....	67
Tablo 5.3. n Değerine göre katsayı değerleri.....	69
Tablo 5.4. n Değerine göre katsayı değerleri.....	69
Tablo 6.1. Ekim ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları.....	89
Tablo 6.2. Ekim ayına ait proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları.....	90
Tablo 6.3. Kasım ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları.....	96
Tablo 6.4. Kasım ayına ait proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları.....	97
Tablo 6.5. Aralık ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları.....	98
Tablo 6.6. Aralık ayına ait Proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları.....	98
Tablo 6.7. Ocak ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları.....	99
Tablo 6.8. Ocak ayına ait proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları.....	100
Tablo 6.9. Ekim ayı itibariyle asit sarf ve üretim oranları.....	100
Tablo 6.10. Asit sarfiyatına ilişkin aylık iyileşme grafiği.....	101
Tablo 6.11. İyileştirme öncesi ve sonrası ölçüm değerleri.....	102
Tablo 6.12. Durum 1'e ait sapma miktarları.....	106
Tablo 6.13. Durum 2'e ait sapma miktarları.....	109

BİR OTOMOTİV TEDARİKÇİSİNDE ISO/TS 16949 OTOMOTİV KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ SPESİFİKASYONU KAPSAMINDA YAPILAN İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL VE BULANIK MANTIK ÇALIŞMALARI

Eylem Gül BULUT

Anahtar Kelimeler: Kalite Sistemleri, Sürekli İyileşme, İstatistiksel Proses Kontrol, Bulanık Mantık

Özet: Teknolojideki sürekli gelişim, tüm şirketleri daha iyi olma konusunda zorlamaktadır. Bu da şirketlerde Kalite Yönetim Sistemleri, sürekli iyileşme ve proseslerin kontrolü kavramlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi bünyesinde yürütülen iyileştirme tekniklerinden bir tanesi de İstatistiksel Proses Kontrol'dür. Bu çalışmada ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi yolculuğu anlatılmış, İstatistiksel Proses Kontrol Uygulaması örneği verilmiş ve yapılan iyileştirme sonucunda gelecekte oluşacak sarfiyat miktarlarının tahmini amaçlı Bulanık Mantık yöntemiyle bir taslak çalışma yapılmıştır. Uygulamada yapılan kontroller sonucunda hatta olan asit sarfiyatı probleminin önüne geçilmiş, böylelikle sarfiyat azaltılmış, proses kontrol altına alınmış ve maliyet azaltılmıştır. Bu çalışmada dört aylık bir periyotta izlenerek elde edilen ölçüm sonuçları değerlendirilmiş ve yapılması gereken iyileştirmeler belirlenmiş ve gelecek aylara ait tahminleme çalışması yapılmıştır.

**STATISTICAL PROCESS CONTROL AND FUZZY LOGIC
APPLICATIONS WITHIN THE CONTEXT OF ISO/TS 16949
AUTOMOTIVE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM SPECIFICATION IN
ONE OF AUTOMOTIVE SUPPLIER COMPANY**

Eylem Gül BULUT

Keywords: Quality Systems, Continuous Improvement, Statistical Process Control, Fuzzy Logic

Abstract: Continuous development in technology forced all companies for better. This development causes concept of Quality Management Systems, Continuous Improvement, Control of the Processes. One of improvement techniques that execute in ISO/TS 16949 Automotiv Quality Management Systems is Statistical Process Control. In this survey and research mentioned about ISO/TS 16949 Automotiv Quality Management Systems journey, made example of Statistical Process Control application and made a draft Fuzzy Logic application for the prediction of acid consumption in future. In application control results prevent from the problem of acid consumption in the line, therefore acid consumption has been decreased, undertake to process controlled and cost has been decreased. In this research, it is evaluated measurement results that was acquired in four mounth trace period, specified the necessary improvements and made forecasting for the next months.

1. GİRİŞ

Çağımızda sürekli gelişen teknoloji ve küreselleşme faktörüyle birlikte firmalarda ortaya çıkan rekabet yarışı, firmaları en kaliteli ürünü en düşük maliyetle üretmeye zorlamaktadır. Kaliteli ürün üretmedeki temel amaç, en az maliyetle en karlı satışı yapabilmek olduğundan müşterileri etkileyebilmek oldukça önemli hale gelmiştir. Firmalar da bu amaçla sürekli olarak proseslerinde iyileştirmeler yapmakta ve sürekli kaliteyi artırmak için çalışmaktadırlar. Müşteri kavramının her gün daha da öneminin artması ve rekabetten dolayı müşterinin her geçen gün artan beklentileri, ürünlerde oluşabilecek hatalara karşı müşterilerin artık tahammülsüz olduğunu ortaya koymakta bu da firmalar için müşteri tatmini denilen kavramı gitgide daha önemli hale getirmektedir.

Bu tür gelişmeler firmalarda kaliteyi güvence altına alma ihtiyacı doğurmuş böylelikle de kalitenin kontrol edilmesi ve güvence altına alınması önemli hale gelmiştir. Her geçen gün artan ISO 9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi sertifikasına sahip firma sayısının artışı, firmaların bu işi ne kadar önemsediklerini ve bu iyileştirmeleri ne kadar bilinçli şekilde yaptıklarını göstermektedir.

Kaliteye verilen önemle birlikte süreçlerde yapılmaya başlanılan tüm iyileştirmeler ve standartlara uyum çalışmaları, ürünlere kalite ve hatasız üretim, müşteriye ise beklentilerin ve tatminin sağlanması şeklinde yansımaktadır. Bunun için de teknik iyileştirmeler yanında, basit istatistiksel tekniklerle çözüm bulunamayan veya net sonuç alınamayan süreçlerde ileri yapay zeka teknikleriyle oldukça iyi sonuçlar alınmakta ve kalite açısından olumlu gelişmeler sağlanmaktadır. Bu yöntemlerden de bu çalışmada kısaca bahsedilecektir.

Süreçlerde basit istatistiksel ve ileri yapay zeka teknikleriyle yapılan bu iyileştirmeler, öncelikle sürecin kontrol edilmesi, uygunsuzlukların giderilmesi yani

kısacası sürecin yönetilmesi ile mümkün olmaktadır. Bu da yine bir müşteri tatminini destekleyen ‘Süreç Yönetimi’ni önemli hale getirmektedir.

Yine artan rekabetin etkisiyle, sürecin yönetilerek kontrol altına alınmasıyla standartlara uyumu gerçekleştiren şirketlerde sektörel olarak fark yaratma ve müşteriye sektörünün en kaliteli ürününü verebileceğini kanıtlama amacıyla alınan farklı yönetim sistemlerine sahip olma ihtiyacı doğmuştur. Bunlara örnek verilecek olursa Çevre Yönetim Sistemi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi, Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi, Gıda Güvenliği Yönetim Sistemi gibi yönetim sistemlerine ek olarak bu çalışmada anlatılacak olan ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Spesifikasyonu gibi sistemlerdir.

ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Spesifikasyonu da otomotiv üreticileri ve tedarikçi firmaları için kalite açısından büyük önem taşıyan bir spesifikasyondur. Bu sertifikasyon sayesinde otomobil üreticileri, tedarikçilerine kaliteli üretim için ISO 9001:2000’e ek olarak yapmaları gereken çalışmaları, müşterilerinden gelen özel gereklilikleri ortak bir dille anlatmışlardır. Bu da otomotiv endüstrisi içerisinde yer alan firmaların birden çok belgelendirmeye olan ihtiyacını ortadan kaldırmış ve sektör gereklilikleri net bir şekilde bu şartname ile ortaya konmuştur.

Bu belgelendirmenin olabilmesi için firmaların yerine getirmesi gereken bazı uygulamalar vardır. Bunlar proseslerdeki hataları önceliklendirmeye yardımcı Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA), Ölçüm Sistemleri Analizi (MSA), İleri Ürün Kalite Planlaması (APQP), Üretim Parçası Onay Prosesi (PPAP), 8D çalışmaları ve bu çalışmada detaylarıyla açıklanacak olan İstatistiksel Proses Kontrol (İPK)’dir.

İstatistiksel Proses Kontrol, bir proseste oluşan çıktıların kontrol edilerek ve ölçülerek proses çıktı özelliklerine uygun olup olmadığını belirlediği, uygun olmadığı durumlarda buna etken olan genel ve özel nedenlerin belirlenerek gerekli önlemlerin alındığı bir kontrol ve izleme yöntemidir. Bu yöntem sayesinde proseste hataya neden olan veya olabilecek unsurlar ortaya çıkarılır ve hatalar ortaya çıkmadan önce önlemler alınır.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde kalitenin temel taşı olan süreçlerden, süreçlerin çeşitlerinden ve süreç yönetimi kavramından bahsedilecektir. Ayrıca süreç yönetiminin amaçları, getirileri ve bu yönetim tarzına geçişteki aşamalar hakkında bilgiler verilecektir.

İyileştirme kavramının önem kazandığı ve detaylı olarak ifade edildiği ikinci bölümde süreç iyileştirmenin önemi ve oluşan problemleri farklı açılardan ele alarak çözüme götüren süreç iyileştirme araçları anlatılacaktır. Bu bağlamda beyin fırtınası, benchmarking, balık kılıcı gibi iyileştirme yöntemlerinden bahsedilecektir.

Üçüncü bölümde ise, kalite yönetim sistemlerinin otomotiv sektörü açısından oldukça önemlilerinden biri olan ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Spesifikasyonu anlatılacaktır. Bu kapsamda yürütülecek olan projelerde uygulanacak istatistiksel tekniklerden FMEA, İPK, MSA, PPAP, APQP ve 8D gibi yöntemler detaylı olarak verilecektir.

Dördüncü bölümde, proses kalitelerinde yapılacak iyileştirmelerde kullanılan yapay zeka teknikleri ve kısaca bir sonraki bölümde ayrıntılı verilecek istatistiksel proses kontrolden bahsedilecektir. Benzer ve farklı noktalar ortaya konulacaktır. Ayrıca, yapay zeka tekniklerinden olan bulanık mantık hakkında genel bilgiler verilecektir.

Beşinci bölümde de uygulama kısmında önemli yer tutan istatistiksel proses kontrol yöntemi ayrıntılarıyla anlatılacak, amaçları ve yararlarından bahsedilecek, kontrol çizelgeleri ve çeşitleri verilecek, proses yeterliliği kavramları anlatılacaktır.

Son bölüm olan altıncı bölümde yapılan uygulama çalışması anlatılacaktır. Bu uygulama yönteminde öncelikle istatistiksel proses kontrol ve bulanık mantık uygulamalarından bahsedilecektir. İstatistiksel proses kontrol kısmında otomotiv tedarikçisi olan bir şirketten alınan verilerle çizilmiş kontrol çizelgeleriyle dört aylık iyileştirme süreci gözden geçirilecek, yapılan iyileştirme çalışması anlatılacaktır. Daha sonra da yine aynı dönemsel sürecin son ayı olan ocak ayına ait veriler kullanılarak bulanık mantık yöntemiyle gelecekte oluşacak verilerin tahmini değerleri bulunacaktır. Bu yöntemin kullanılması ile gelecek dönemdeki sarfiyat

miktarları kontrol altına alınacak ve sarfiyat miktarlarında oluşan sapmalara karşı alınacak önlemler ve başlatılacak iyileştirme çalışmaları kolaylıkla belirlenebilecektir. Bununla birlikte bu uygulama çalışmaları sonucunda yapılacak sağlıklı iyileştirme çalışmaları ve etkin uygulamalar, şirkette gelecekte oluşturması muhtemel yeni bir satın alma sistematığıne temel oluşturacaktır.

2. SÜREÇ YÖNETİMİ

Süreç, bir girdiyle başlayan (iç veya dış müşteriden gelen bir talep, bilgi veya hammadde) ve bu girdiye katma değer katılarak belirli bir çıktı üreten, tanımlanabilen, tekrarlanabilen, ölçülebilen, değer yaratan birbiriyle bağlantılı etkinlikler dizisidir.

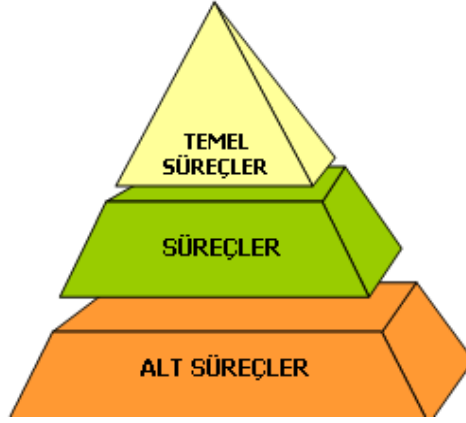


Şekil 2.1: Süreç kavramı (Eyüpoğlu, 2006)

Bir kuruluşun temel süreçleri dikey organizasyon şeması üzerinde birden fazla bölüm boyunca yatay olarak akan işlemler dizisidir. Yetki ve sorumlulukların iyi tarif edilmediği, kimsenin denetiminde olmayan bölümler arasındaki “beyaz alanlar”da en büyük iyileştirme fırsatları mevcuttur. En fazla zaman kayıplarının olduğu, sürtüşmelerin yaşandığı yerler bu beyaz alanlardır.

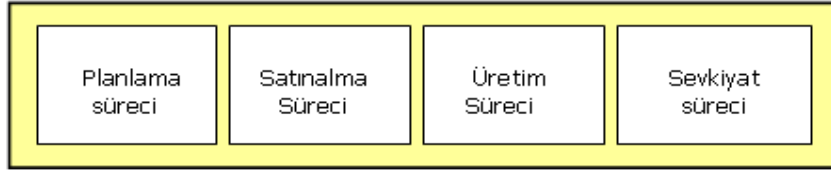
2.1 Süreç Hiyerarşisi

Ana süreç olarak tanımlanan süreçler birden fazla bölüm (departman / fonksiyon) boyunca çalışan süreçlerdir. Bir kuruluşta genel olarak 8–12 temel süreç olabilir. Ana süreç, içinde birden fazla süreç içerir. Her bir sürecin içinde de alt süreçler vardır. Bu hiyerarşik yapı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Detay süreçler işlemlerden (“tasks”) oluşur. Ancak, şekilde gösterildiği gibi her süreç için üç seviye olması gerekmez; iki seviye olabilir. Yani ana süreç ve içinde süreçler... ve süreçler içinde, işlemler... ve genel olarak üçten fazla seviye söz konusu olmamaktadır.



Şekil 2.2 Süreç hiyerarşisi (Eyüpoğlu, 2006)

Örnek olarak, “Siparişin Gerçekleştirilmesi” adı verilebilecek temel bir süreç, şöyle gösterilebilir:



Şekil 2.3 Siparişin gerçekleştirilmesi süreci (Eyüpoğlu, 2006)

Şekildeki süreçlerin alt süreçleri olabilir. Veya alt süreçleri olmayıp sadece işlemler (“tasks”) içerebilir. Alt süreçleri varsa, onlar da işlemler içereceklerdir.

2.2 Sürecin Özellikleri

Süreçlere ait özellikleri şöyle sıralayabiliriz, (Eyüpoğlu, 2006)

- Tanımlanabilirlik
- Ölçülebilirlik
- Yinelenebilirlik
- Kontrol edilebilirlik
- Dönüştürme
- Geri besleme kontrolü
- Tekrarlanabilirlik

Tanımlanabilirlik: Sürecin temel unsurlarının belirlenebilmesi özelliğidir.

Ölçülebilirlik: Sürecin performans ölçüt göstergeleri ile izlenebilme özelliğidir.

Yinelenebilirlik: Sürecin harekete geçiren aynı ve/veya farklı girdilerin işlenmesi sonucu oluşan çıktının müşteri ihtiyaç ve beklentilerini sürekli karşılayabilme özelliğidir.

Kontrol edilebilirlik: Süreç sorumlularının sürecin performansı hakkında her zaman için bilgi sahibi olabilmesi ve gerektiğinde düzeltici faaliyetleri yerine getirilebilmesi özelliğidir.

Dönüştürme: Süreçler girdiyi daha değerli bir çıktıya dönüştürürler. Fiziksel dönüşümde ortaya somut bir ürün çıkarken bilgi dönüştürmede veriler işlenerek bilgi oluştururlar.

Geri besleme kontrolü: Süreç sonucunda ortaya çıkan bilgilerin sürece tekrar veri olarak girmesi "geri dönüşüm" olarak adlandırılır. Geri dönüşüm kontrolü sürecin kontrolden çıkmasını engeller.

Tekrarlanabilirlik: Bir sürecin defalarca aynı şekilde işlenmesi özelliğidir.

2.2.1 Süreçlerin çeşitleri

Süreçler 3 grupta incelenebilir. Bunlar;

2.2.1.1 Temel süreçler

Organizasyonun misyonuyla doğrudan ilgili olan ve dış müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan stratejik öneme sahip olan 1. kademe süreçlerdir. Temel süreçlerin özellikleri şunlardır;

- Bu süreçleri belirlemek kurumun kaynaklarının müşteriye değer katan faaliyetlere odaklanmasını sağlar,
- Bu süreçler haritası çizilebilecek ve anlaşılabilir boyutlarda ele alınmalı,
- Bu süreçler müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak çıktıları sağlamalı.

2.2.1.2 Destek süreçleri

Temel süreçlerin gerçekleştirilmesi için gerekli alt yapı ve destek hizmetlerle ilgili olan ve iç müşteri ihtiyaç ve beklentilerini karşılayan 1. kademe süreçlerdir. Destek süreçlerinin özellikleri şunlardır;

- Bu süreçleri belirlemek kurumda iç müşteri, takım çalışması ve kaliteli hizmet bilincinin güçlenmesini sağlar,
- Bu süreçlerin etkinliği temel süreçlerin performansını olumlu yönde etkiler.

2.2.1.3 Gelişim süreci

Temel ve destek süreçlerin performansını yükseltmek için gerçekleştirilen 1. kademe süreçlerdir. Gelişim süreçlerinin özellikleri şunlardır;

- Bu süreçleri belirlemek kurumda sürekli gözden geçirme, önlem alma, planlama ve iyileştirme, sistematik yaklaşım bilincinin güçlenmesini sağlar.
- Bu süreçlerin etkinliği temel ve destek süreçlerin performansını sürekli geliştirir.

2.2.2 Süreçlerin temel öğeleri

Süreçlerin temel öğeleri şöyledir;

Tedarikçiler: Sürece girdi sağlayan yapılardır. Organizasyon içerisinde ya da dışından olabilirler. Hangi tedarikçinin hangi sürece ne girdi sağladığı net bir şekilde belirlenmiş olmalıdır.

Girdiler: Sürece sürecin dışından tedarikçiler vasıtasıyla katılan ve süreci harekete geçiren yapılardır. Sürecin nereden başladığını (sınırını) gösteren girdiye 'tetik' girdisi denir ve bu girdi sürecin ilk faaliyetini başlatır. Sürecin devamında sürece başka birimlerden ara faaliyetlerde dahil olan girdilere ise 'ara girdi' denilmektedir.

Çıktılar: Sürecin var oluş nedeni olan ve süreç tarafından üretilen ürün veya hizmetlere 'çıktı' adı verilir. Sürecin bazı yerlerinde ara çıktılar oluşabilir ve bunların

bir kısmı başka süreçleri tetikleyen girdiler de olabilir. Bu durumda girdi ve çıktı tanımlamalarını net bir şekilde yapmak fayda sağlayacaktır.

Müşteriler: Müşteriler sürecin oluşturduğu çıktıyı kullanan ve ondan fayda sağlayanlardır. Eğer sürecin müşterisi organizasyon içerisinde bir yapı ise 'iç müşteri' ve organizasyon dışarısından bir yapı ise 'dış müşteri' adını alır. Dış müşteri tüketicinin kendisi ise 'nihai müşteri'dir. Her durumdaki müşterinin süreçten ihtiyaç ve beklentilerinin farklı olabileceği unutulmamalıdır. Bu yüzden süreç çalışmaları yürütülürken bu ihtiyaç ve beklentileri olumsuz etkileyecek her türlü olumsuzluğa karşı önlemler alınmalıdır.

Süreç sahibi: Süreci sürekli izleyerek denetim altında tutan, aksaklıklar, sorunlar veya hedeflerden sapmalar tespit edildiğinde veya müşteri beklentileri değiştiğinde iyileştirme ekiplerinin kurulmasını sağlayarak sürecin etkin şekilde çalışmasını sağlayan kişilerdir. Yetki sahibi kişilerden yani genellikle üst düzey yöneticilerden oluşur.

Süreç iyileştirme ekibi: Süreç içinde oluşan herhangi bir aksaklık veya soruna müdahale etmek için ilgili kişilerden kurulmuş ekiplerdir.

2.2.3 Sürecin belirlenmesi ve tanımlanması

Kuruluş süreçlerini temel süreçlerini belirleyerek ve ne yapmak istediğine karar vererek süreç kavramını kendi bünyesinde oluşturmaya başlamalıdır. Fonksiyonel yönetimden kurtulmak için departman mantığından uzaklaşmak gereklidir.

Ana yönetilebilir mantıklı alt gruplara bölünerek süreçler elde edilir.(Yağız, 2006). Sürecin, girdisi ve çıktısı olan birbiriyle alakalı işlemler bütünü olduğu unutulmamalıdır. Sürecin çıktısı, iç veya dış müşteriye faydalı bir ürün veya hizmet olmalıdır. Girdi ise bir talep, bilgi veya hammadde olabilir. Ana süreçler, yönetilebilir, mantıklı alt gruplara bölünerek süreçler elde edilir. Süreçler belirlendikten sonra, her sürece bir süreç sahibi atanarak sürecin tanımı yapılmaz.

Bir süreci tanımlamak demek,

1. Sürecin girdisini
2. Sürecin çıktısını
3. Sürecin tedarikçisini/tedarikçilerini
4. Sürecin müşterisini/müşterilerini
5. Sürecin başlangıç etkinliği
6. Sürecin bitiş etkinliğini
7. Süreçte yer alan alt süreç veya işlemleri
8. Süreçte yer alan katılımcıları (süreçte çalışanlar)
9. Sürecin performansının hangi göstergelerle ölçüleceğini
10. Süreç sahibini

belirlemek ve belgelemek demektir. Bunun için de “Süreç haritası” yöntemi kullanılarak bu belgeleme yapılır.

2.3 Süreç Yönetimi Kavramı

Şirketler, çalışma prensiplerine uygun olarak tüm süreçlerinin belirleyerek, tanımlayarak, bunların sahiplerini belirleyerek bu kişilerin sorumluluğunda düzenli olarak süreç performans göstergelerinin izleyerek ve gerektiğinde küçük iyileştirmelerin ya da kökten tasarımlarını yaparak bu süreçlerin sistematik olarak yaşamasını sağlayarak süreç yönetimini uygularlar.

2.4 Süreç Yönetiminin Amaçları

Müşteri odaklı yönetim başta olmak üzere süreç yönetiminin bir şirkette uygulanmasındaki amaçlar şöyle sıralanabilir (Yağız, 2006);

- Müşteri odaklı yönetimi teşvik etmesi.
- Şirket önceliklerine sistematik yaklaşım getirmesi.
- Fonksiyonel sınırların ortadan kaldırılarak, fonksiyonlar arası ilişkilerin geliştirilmesi.

- Katma değer yaratmayan faaliyetlerin belirlenmesi,
- Kaynakların etkin kullanımının sağlanması,
- İyileştirme olanaklarının tespit edilmesi,
- Hızlı karar alma avantajı sağlaması,
- Sorumlulukların açıklıkla belirlenmesi.

2.5 Süreç Yönetiminin Getirileri

Süreç yönetimi, müşteriye odaklanmayı sağlar (Yağız, 2006). Süreç yönetimi ile şirketler müşteri odaklı olarak çalışmaya daha çok özen gösterirler. Şirketlerde oluşturulmuş organizasyonlarda yapının süreç yapısına uygun olmaması, süreçlerde hatalı veya katma değeri olmayan işlerin yapılması, çevrim veya işlem zamanının uzaması, hatalı çıktılar gibi aksaklıklara neden olabilir. Bunlar şirket için maliyeti arttırıcı ve müşteride memnuniyetsizlik yaratıcı sorunlar olacaktır. Bu sorunlar süreçlerin etkin ve verimli şekilde yönetilmesiyle çözülebilir. Ayrıca, süreç yapısıyla çalışılan şirketlerde çalışanların fikir ve önerileri önemli ve değerlidir. Bu da çalışan açısından motivasyon ve iş tatmini açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışanlar bu süreç yapısını taşıyan şirketlerde gerekli eğitimleri alarak kendilerini geliştirme, beceri ve bilgi birikimlerine uygun görevlere gelebilme olanaklarına da sahip olabilmektedirler.

2.6 Süreç Yönetimi Uygulama Adımları

Süreç yönetimine geçiş stratejik bir karar ve bir değişim olduğundan üst yönetimin bilgisi, kararı ve kararlılığı olmalıdır. Mevcut sürece ait iç ve dış müşterilerin belirlenmesi, faaliyet ve görevlerin incelenmesi, süreç verilerinin kontrolü, süreç hedef ve geçmiş performanslarının değerlendirilmesi ile mevcut süreç analizi ilk olarak gerçekleştirilir (Sarıkaya, 2004)

Süreç yönetimi modeli içindeki her süreç için misyon belirlenir. Ardından, süreç sahibi, paydaşlar ve ekip lideri tarafından süreç üyeleri ve bu üyelerin görevleri belirlenir ve bu dökümanite edilir.

Süreç yönetimi sistematığının başlatılması ve mevcut sürecin tanımlanmasının ardından sürecin yeniden tasarımını konu alan üçüncü adıma geçilir. Tanımlanan sürecin şirket misyon, vizyon, değerler ve hedefleri ile uyumunun kontrolü yapılır. Sonrasında ise, süreç faaliyetlerinin girdi, çıktı ve sorumlularının, kullanılacak dokümanların ve verilerin belirlenmesi, süreç yönetim işleyişi belirlenmesi ve süreç akış diyagramının oluşturulması ile süreç akışının tariflenmesi tamamlanır.

Süreç ölçümünün planlanması aşamasında ise müşteri ve iş gereklerine göre performans hedeflerinin oluşturularak hedeflerle ölçüm göstergelerinin uyumunun kontrolü yapılır.

Yeni sürecin pilot uygulaması gerçekleştirilerek eksiklik ve hatalar tespit edilir. Pilot uygulama sonuçlarına göre süreçlerin tasarımına son şekil verilir ve prosedürleri hazırlanır. Tasarlanan modelde süreçler yönetilmeye başlandıktan sonra sürecin performansı göstergelerinin takibi ve geliştirme çalışmalarının sürekli geliştirilmesi gerekmektedir.

Süreç sahipleri sorumlu oldukları süreci sürekli olarak kontrol altında tutarak hedef değerlerden herhangi bir sapma olduğunda veya sürecin işleyişinde bir aksama tespit ettiklerinde ya da sürecin müşterisinin var olan süreçle ilgili beklentilerinde değişiklik söz konusu olduğunda konulara uygun iyileştirme ekipleri kurarak gerekli iyileştirme ve değişikliklerin yapılmasını sağlamalıdır. Sürecin performansının uygun bir izleme sistematığı ile izlenmesi sağlayarak sapmalar oluştuğu anda kontrol altına alınabilmelidir. Çalışanların süreçte oluşabilecek değişkenliklere anında müdahale edebilmeleri için bu konu hakkında eğitilmiş ve yetkelendirilmiş olmaları gereklidir. Ayrıca süreçte yapılacak iyileştirmeler sadece iyileştirme ekipleri tarafından değil, bahsedilen eğitimleri almış ve gerekli yetkilerle donatılmış personel tarafından kurulan gönüllü ekipler tarafından da yapılabilirdir.

3. SÜREÇ İYİLEŞTİRME

3.1 Süreç İyileştirme Kavram ve Önemi

Süreç İyileştirme, süreç performans hedefleri doğrultusunda gerekli iyileştirmelerin hayata geçirilmesi kavramıdır. Bu amaçla yapılan çalışmalarda süreç iyileştirme ile,

- İş süreçleri ölçülebilir hedefler kazanır.
- Süreçlerdeki akış hızlanır ve üretkenlik artar.
- Maliyetleri azalır.
- Ekip verimliliği artar.
- Süreç akışındaki darboğaz ve aksamalar ortadan kalkar.

Süreç iyileştirme sonunda şirketlerin rakipleriyle rekabet gücü artar. Şirketlerin piyasa ortamında varlıklarını sürdürebilmeleri ve piyasa taleplerine hızlı çözümler üretebilmeleri için rekabet dinamiklerine sahip olmaları gereklidir. Bu rekabet dinamiklerinin en önemlilerinden biri ise iş yapış tarzlarındaki farklılaşmadır. Amaca uygun şekilde yapılan iş süreç tasarımları sayesinde müşteri istek ve beklentilerine cevap veren ürünler üretilir, üretim maliyetleri azaltılır, operasyonel verimsizlikler giderilir, çalışma motivasyonu artırılır ve bunların doğal sonucu olarak finansal göstergelerde olumlu yönde gelişmeler sağlanır.

Firmalar özellikle müşteri talepleri arttıkça iş yapış tarzını gözden geçirmeye ve teknolojiyi daha etkin ve yaygın kullanma ihtiyacı duymaya başlamışlardır. Tüm bu gelişmeler de firmaların faaliyet alanlarına giren konulardaki işleri tekrar sorgulamaya sevk etmekte ve "daha iyi nasıl yaparım?" sorusu üzerine yoğunlaşmasına neden olmaktadır.

3.2 Süreç İyileştirme Araçları

Süreç iyileştirme mantığına göre herhangi bir işletmedeki sorunlarının nedenlerinin %80'i yönetim ya da sistemden kaynaklanmaktadır. Sistem kaynaklı sorunların ortadan kaldırılmasıyla kalite ve verimlilikte iyileştirme sağlanabilir. Çalışanlar da ekip ruhunun getirdiği bu iyileştirme çalışmalarına katılmak, işleri daha etkin şekilde yaparak şirketine fayda sağlamak amacıyla bu çalışmalarda yer almak ister. Bu ekip ruhuyla çalışmak organizasyonel yapı için oldukça önemlidir çünkü süreçler sistematik bir ekip çalışmasıyla daha iyi şekilde iyileştirilebilir. Amaç, ekip çalışmasının yaratacağı ortak sinerjiden maksimum düzeyde yararlanabilmektir.

Bunun yanında sorun çözme sürecinde grafiksel tekniklerin kullanılması doğru çözümlere daha kolay ve daha hızlı ulaşılmasını sağlayacaktır. Sorun çözme sürecinin aşamaları ve kullanılan teknikler aşağıdaki gibidir .

- Hangi sorunun hangi sırada ele alınacağını kararlaştırılması. (Akış Şeması, Veri Toplama, Beyin Fırtınası, Pareto Analizi, Nominal Grup Tekniği)
- Sorunun özel olarak ne, nerede, ne zaman olduğunu ve boyutunu açıklayan bir sonuca ulaşılması. (Veri Toplama, Pareto Analizi, İşletim Şeması, Histogram, Tabakalandırma)
- Sorunun olası bütün nedenlerinin ortaya çıkartılması. (Veri Toplama, Beyin Fırtınası, Neden ve Etki Diyagramı)
- Sorunun temel neden ya da nedenleri üzerinde görüş birliğine ulaşılması. (Veri Toplama, Beyin Fırtınası, Pareto Analizi, Nominal Grup Tekniği, Serpilme Diyagramı)
- Etkili ve uygulanabilir bir çözüm geliştirilmesi ve eylem planı hazırlanması. (Beyin Fırtınası, Ek Çubuk Grafik ve Gösterimler, Kuvvet Sahası Analizi).
- Çözümün uygulanması ve gerekli izleme prosedürleri ile grafiklerin hazırlanması. (Pareto Analizi, Histogram, Kontrol Şeması, Süreç Yeterliliği, Tabakalandırma)

3.2.1 Veri toplama (5N 1K)

Ne, Ne zaman, Nerede, Nasıl, Niçin, Kim sorularıyla ilgili problem çözümüne yardımcı olan bir tekniktir. Genellikle gazetecilikte kullanılır. Bu teknik bir problem ele alınırken problemle ilgili tüm soruların cevaplarını bularak ilgili tüm verilerin toplanabilmesine yardımcı bir tekniktir.

3.2.2 Pareto analizi

Pareto analizi sorunların tanımlanması ve çözümleri için önceliklendirilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem sorun çözme sürecine başlama yerinin seçilmesi, gelişmelerin izlenmesi, ya da bir sorunun temel nedeninin tanımlanması için bütün sorunların ya da koşulların göreceli önemini gösterilmesi gereksinimi olduğu zaman kullanılır.

Dr. Juran Lorenz bu yaklaşımı kalite sorunlarını birkaç çok önemli ve önemsiz olarak sınıflandırmak amacıyla kullanmış ve bu yönteme "Pareto Analizi" adını vermiştir.

Normal dağılımda sebeplerin en önemli %20'si, sonuçların %80'ini sonra gelen %30'u, sonuçların %15'ini ve geri kalan %50'si ise sonuçların sadece %5'ini oluşturmaktadır. Maliyetin yaklaşık %80'ninin elemanların sadece %20'sinden kaynaklandığı veya servetin yaklaşık %80'ninin nüfusun %20'sinin elinde olduğu gibi durumlarda bu konuya birer örnektir. Bu oranlar sebebiyle Pareto prensibine literatürde "80-20", "90-10" kuralı veya "70-30" kuralı da denir. ABC analizi olarak da isimlendirilen Pareto grafiği, alışılmış temel ayırım metodu veya önceliklerin belirlenmesi olarak kullanılmaktadır (Özcan, 2001)

Bir Pareto Diyagramı oluştururken aşağıdaki yolun izlenmesi önerilir:

- Hangi soruların sorulacağına ve verinin nasıl toplanacağına karar verilmesi.
- Bir veri toplama formu geliştirilmesi.
- Veri toplama formu doldurulup toplamın hesaplanması.
- Veri çizelgesi hazırlanması.

- Birimlerin miktarına göre sıralamasının yapılması ve veri kağıdının doldurulması.
- İki dikey ve bir yatay eksen çizilmesi.
- Soldaki dikey eksen; 0'dan başlayarak toplama kadar ölçeklendirilir.
- Sağdaki dikey eksen; %0' dan %100' e kadar ölçeklendirilir.
- Yatay eksen söz konusu unsurlar kadar bölümlere ayrılır.
- Bir çubuk diyagram çizimi.
- Kümülatif eğri çizilmesi (Pareto Eğrisi). Kümülatif değerler her unsurun sağ kösesine gelecek şekilde işaretlenir ve noktalar dar bir çizgi ile birleştirilir.
- Diyagrama gerekli olan bilgilerin yazılması.
- Diyagram ile ilgili unsurlar. (Başlık, miktar, birim, çizimi yapanın ismi,...vb.)
- Veri ile ilgili unsurlar. (Veri toplamı, zaman aralığı, araştırma konusu ve yeri, verinin toplam sayısı,...vb.)

3.2.3 Beyin fırtınası

Beyin fırtınası, tekniği herhangi bir konuda fikir ve çözüm üretmek ve karar almak amacıyla grup çalışmalarında kullanılan en etkili yöntemdir. Bu teknik, belirli sayıda bir katılımcı ile gerçekleştirilir. Bu teknik, ortak sorunlar, toplanacak veriler, çözüm ve uygulama önerileri ve karşılaşılabilecek engeller gibi konularda bir fikir listesi oluşturmak amacıyla yapılır (Ülgen ve Mirze, 2004). Belirli kurallar uygulanır ve katılımcıların yeni ve yaratıcı fikirler üretmesi hedeflenir. Her fikir ve fikir üretme ortamında herkes eşittir.

Bu teknik eleştirel yargının sınırlamalarını ortadan kaldırır. Sıkılganlık, önyargılı eleştirme, baskı kurma, eleştirilme endişesi veya baskı altında ezilme gibi duygusal eğilimleri aşarak yaratıcı düşüncüyü özendirir.

3.2.3.1 Beyin fırtınası nasıl uygulanır?

Beyin fırtınası toplantı düzeninde gerçekleştirilir ve aşağıdaki kurallar uygulanır;

1. Görüşülecek konu herkesin anlayabileceği şekilde ifade edilir.
2. Toplantı konusu "problem belirleme" ise, grup üyeleri olası problemler için önerilerde bulunurlar. Konu, bir problemi çözmek ise, üyeler çözüm önerirler.
3. Gruptaki her üye sırayla söz alarak fikir belirtir. Her söz alışta sadece bir fikir açıklanır.
4. Fikirler kısa ve özlü olarak iletilir.
5. İlgili konu hakkında fikri olmayan kişi "pas" der.
6. İletilen bütün fikirler herkesin görebileceği şekilde kaydedilir.
7. Bütün fikirler ortaya konulduktan sonra - herkes pas geçince - ilk tur oylamaya geçilir. Fikirler tek tek oylanır, üyeler istedikleri her öneriye oy verebilirler.
8. İlk tur oylama sonucu en çok oy alan öneriler daire içine alınır ve bu fikirler üzerinde tartışılır. Yine tüm üyeler pas geçince ikinci tur oylamaya geçilir.
9. İkinci tur oylamada üyeler sadece bir öneriye oy verebilir. Bu oylama sonucunda öneriler önem sırasına göre belirlenmiş olur.

3.2.3.2 Beyin fırtınasında temel ilkeler

Beyin fırtınasının temel ilkeleri şu şekilde sıralanabilir;

Katılımcı sayısı: ideal katılımcı sayısı 6 ile 8 kişi arasında olabilir.

Kurallara bağlılık: Beyin fırtınası uygulanırken, katı olmamakla birlikte uygun bir disiplin gereklidir. Uygulama sürecinin adımları titizlikle uygulanmalıdır.

Önerilerin alınması ve yaratıcılığı teşvik: Yaratıcı düşünceler ancak uygun ortamda geliştirilebilir.

Rehberlik: Rehber, fikirlerin sırayla gelmesini izler, gelen fikirlerle ilgili herhangi görüş belirtmez ve rahatça görülebilecek bir tahtaya veya panoya yazar.

3.2.4 Kıyaslama (Benchmarking)

Benchmarking, işletmeyi performansının doruğuna çıkarmak amacıyla içinde bulunduğu sektördeki rakip firmaların her alandaki en iyi uygulamalarının araştırılması ve uygulamaların işletmenin kendi işsel değeriyle çelişmeyecek şekilde bütünleştirilmesi suretiyle yeniden tasarlanarak, en iyi sanılan bu uygulamaları aşmak için oluşturulan belli bir sisteme dayanan ve süreklilik arz eden bir süreçtir. Benchmarking, şirketin üstün performansa ulaşma yolunda en iyi ve en doğru yöntemleri arayışı ve uygulamasıdır. Benchmarking aynı zamanda strateji geliştirmek ve işletmenin iş süreçlerindeki gerçek pozisyonunu saptayabilmek için stratejik plânlama sürecinde önemli bir sorumluluğudur.

Benchmarking, hızla değışen rekabet koşullarında kaliteyi sağlamak, süreçleri iyileştirmek, müşteri memnuniyetini, işletme performansını ve rekabet edebilme gücünü arttırmak için öğrenmenin ve gelişmenin sonsuz süreçler olduğunun bilincine varıp, kendi işletmemizi diğer işletmelerle sektör farkı gözetmeksizin kıyaslayarak taklide yer vermeden, yaratıcılık katarak en iyi uygulamaları kendi işletmemizin şartlarına, yapısına, amaç ve kültürüne göre uyarlamamızı öngören ve sürekli yenilenen yönetsel bir araçtır (Bedük, 2000).

3.2.4.1 Kıyaslama (Benchmarking)'nın temel özellikleri

Benchmarking'in temelinde yatan noktalar şunlardır (Saruhan, 1998);

- Sürekli gelişim esastır.
- Atılcı olumlu bir yaklaşımdır.
- Uygulamalara yöneliktir.
- Yalnızca en iyi uygulamalara dönüktür.
- Taraflar arasında ortak ve karşılıklı bir yararlanmaya dayanır.
- Belirlilik: Benchmarking'in kapsamı tümüyle belirlenmelidir.
- Ölçülebilirlik: Benchmarking'in temel ilkelerini akla uygun şekilde ölçmek mümkündür.

- Uygunluk: Benchmarking yönetimin yatırım stiline uygun olmalıdır.
- İlerlemeyi hedeflemek.
- Yönetici yaptığı yatırım bilgisini (Pozitif, negatif ya da tarafsız) Benchmarking ile öğrenir.

Benchmarking, dışa dönük bir bakış açısı elde etmeyi amaçlayan bir süreçtir. Bu süreçte en önemli fikir kaynağı müşterilerdir. Şüphesiz bu fikir alış verişi öğrenmeyi teşvik etmektedir. Benchmarking yöneticisi, eleştiriye açık olmalı ve kendini böyle durumlara hazırlamalıdır. Bu zor bir durumdur, ancak başarı için hayati önem arz eder. Müşterilere dönük olan şirketler “Başkası hata yaptığında kendilerinin doğruyu yapmaları gerektiğini varsayar”. Bu anlayış organizasyonlarda açıklığı ve dikkatli bir şekilde dinlemeyi, gözlem yapmayı gerekli görür ve teşvik eder.

3.2.4.2 Kıyaslama (Benchmarking)’nın amaçları ve faydaları

Benchmarking’in amaçlarını şu şekilde ifade edebiliriz (Saraç, 2005)

- Organizasyonel performansı artırmak,
- Rekabet edebilme gücünü artırmak,
- Müşteri tatminini artırmak,
- Yeni fikirler edinmek,
- Sürekli gelişmeyi sağlamak,
- İşletmenin amaç ve hedeflerini saptamada yardımcı olmak,
- Rakip olabilecek ya da olmayabilecek işletmeler tanımlamak,
- Sizin süreç ya da uygulamanızı; hedef şirketin “iyi” süreç ya da uygulamalarıyla karşılaştırmak ve farkı belirlemek,
- En yüksek olası standartları belirlemek,
- Kurum kültürünü değiştirmek veya güçlendirmek,
- Kurumun stratejik olarak yönetilmesini sağlamak,
- Maliyetleri düşürmek ve motivasyonu arttırmak.

3.2.4.3 Kıyaslama (Benchmarking)'nin ön koşulları, aşamaları ve başarı-başarısızlık şartları

İşletmelerin benchmarking uygulamasının başarılı olması için gerekli olan bazı ön koşulları yerine getirmesi gerekmektedir. Benchmarking'in ön koşullarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Bedük, 2000).

- En iyiyi almaya istekli olma.
- Liderlerin farkına varabilme.
- Örgütünüz “şeffaf” olması.
- Benchmarking sürecini “sahiplenme” ve uygulama.
- Çalışanların eğitilmesi.

Benchmarking üretimi arttıracak ya da maliyetleri azaltacak yeni bir süreç icat etmek için laboratuvar deneyleri yapmak değildir, süreç zaten vardır. Eğer bir işletme verimli bir iş sürecine sahipse diğerleri için mantıklı olan bu sürecin adapte edilmesidir. Buna rağmen işletmeler aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı Benchmarking'i uygulamak istemektedirler (Özgen ve Ölçer, 1998)

- Benchmarking için gerekli olan detaylı bilgilerin toplanmasının kaçınılması gereken şüpheli bir faaliyet olarak görülmesi.
- Veri toplamak için üstlenilen maliyetlerin genellikle yüksek olarak değerlendirilmesi.
- Faaliyet alanında tek olan veya çok yüksek bir rekabet ortamında faaliyet gösteren şirketlerin, Benchmarking yapacak bir şirketin olmadığını düşünmesi.

Ernst & Young ve Amerika Kalite Vakfı'nın desteğiyle yapılan bir araştırma, firma ölçeklerini dikkate alarak Benchmarking aşamalarını aşağıdaki gibi ele almaktadır.

Çırak (Novice) : Bu kategorideki firmaların Benchmarking'i uygularken yapması gerekenler:

- Firma dünya çapındaki firmaları değil, rakiplerini taklit etmeye çalışmalı.
- Yeni ürünler ve çoğunlukla fiyat ve güvenilebilirlik kriterini seçen müşterilere güvenmeli.
- Fiyat düşürme potansiyeline odaklanabilmeli.
- İşçiler takım çalışması ve kalite için ödüllendirilmeli.
- Firma kendi prosesini katmalı, bu prosesi basitleştirmeli ve hızlı bir biçimde pazara sunmalıdır.

Usta (Journeyman): Bu kategorideki firmaların Benchmarking'i uygularken yapması gerekenler:

- Bu kategorideki firmalar, işçileri kendi yaptıkları işleri daha da basitleştirmeleri konusunda cesaretlendirmeli.
- Pazardaki liderler ve dünya çapında firmalarla rekabet etmeye çalışmalı.
- Firma sunduğu malın kalitesini belirlemeli ve daha sonra fiyatına bakmalı.
- İşçilerin ve yöneticilerin çalışmaları takım çalışması ve kalite ile bağlantılı olmalı.
- Pazara sunum zamanını bilmeli ve müşteri memnuniyetini gerçekleştirmelidir.

Uzman (Master) : Bu kategorideki firmalar;

- Kendi yönetimine güvenmeli,
- Geleceğe dönük prosesler üzerinde sıkı bir işbirliği içinde takımlar kurmalı. Bunlar ürün geliştirme ve strateji belirleme üzerinde durmalı.
- Ürünün gelişimi, ürüne olan katkı ve müşteri servisi dünyadaki en iyi olan ile karşılaştırmalı.
- Müşteri bilgisi kıyaslaması ve işle ilgili araştırmalar ve geliştirmeler ürünlerinin genelinde kullanılabilir.
- Üst yönetici, takım çalışması ile kalite arasında bağlantı kurabilmelidir.

Benchmarking'in başarı şartları ise şöyle sıralanabilir.

- Benchmarking'in hedefleri özenle belirlenmelidir.

- Üst yönetim benchmarking'in uygulamasına imkan veren sistemleri kurmalı, geliştirmeli ve mevcut sistemi belirlenen hedefler doğrultusunda çalıştırmalıdır.
- Şirketin kendi süreçlerini en iyi şekilde anlaması ve sahip çıkması gerekir. Buna göre uygulanabilir süreçler ortaya konmalıdır.
- Yetkiler işi yapanlara devredilmelidir. Yalın organizasyon içinde, problem çözen ve yaptıkları işi sahiplenen kişiler tam yetki ile donatılmalıdır.
- Liderlik ve tam katılım sağlanmalı ve iş görenlerle sürekli iletişim kurulmalıdır.
- Her bir süreci gözden geçirmek için bir takım oluşturulmalıdır. Takımlarda, işlevinde bilgili ve uzman olan bireyler kullanılmalı ve mümkün olan en az sayıda birey takıma alınmalıdır.
- Takımın "en iyi" uygulamalarla uğraştığından emin olunmalıdır.
- Dışarıdaki endüstri araştırılmalıdır. Türünün en iyisi olan şirket bulunmalı, başarılı uygulamalar belirlenmeli ve kullanılmalıdır.
- Benchmarking'in sonuçları uygulanmalı ve amaçlarla karşılaştırılmalıdır.
- Benchmarking süreci sürekli izlenmeli ve güncelleştirilmelidir (çünkü rakip firmanın ve sanayinin en iyi uygulamaları, metodları ve süreçleri zamanla değişir).

Başarılı benchmarking çabaları belirlenmeli ve ödüllendirilmelidir. Diğer yandan yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, benchmarking yapan işletmelerde yaşanan sorunlar ve başarısızlık nedenleri ile ilgili olarak aşağıdaki faktörler vurgulanmaktadır.

- Kaynak yetersizliği ve zaman kısıtlaması.
- Üst yönetimin özellikle tepe yöneticisinin gereken ilgiyi ve öncülüğünü göstermemesi.
- Benchmarking'i yeterince anlamadan ve gerekli eğitimleri yapmadan uygulamaya geçilmesi.
- Yönetim ve organizasyon bütünlüğünün sağlanamaması.
- Uygun ortak bulamama ya da yanlış ortak seçilmesi.

- Benchmarking takımına yanlış insanların seçilmesi veya takımın kendi çalışmalarını tam olarak anlamaması.
- Tanımların açık ve net olarak yapılmaması ve uygun hedeflerin belirlenmemesi.

3.2.5 Sebep sonuç diyagramı (Balık kılıcı)

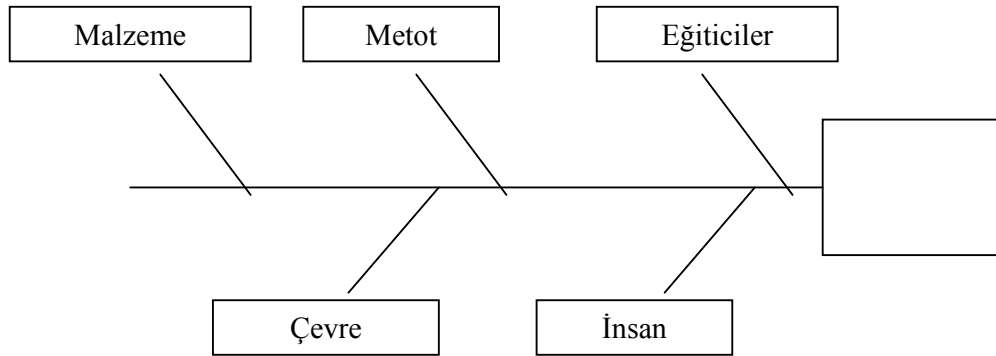
Problem çözümünde problemin sebeplerinin sistematik olarak analizi amacıyla kullanılan araçtır. Belirli bir problemin veya durumun olası nedenlerini belirlemek, ortaya çıkarmak için kullanılır. Bir problemi doğuran ya da etkileyen sebep ve faktörleri belirlemek amacıyla oluşturulur. Problemlere daha geniş bir çerçeveden bakma olanağı sunar. Problemin teşhisi ve süreç iyileştirmeyi kolaylaştırır (Köksal, 2001). Detaylı bir sebep-sonuç diyagramı balık kılıcı şeklindedir, bu yüzden balık kılıcı diyagramı olarak da adlandırılır.

3.2.5.1 Sebep sonuç diyagramı nasıl çizilir?

Sebep sonuç diyagramı çizilirken 4 adım izlenir. Bunlar şöyledir;

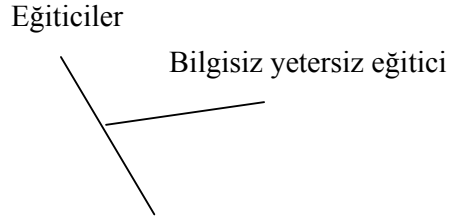
Adım-1- Sorun tespit edilir başlık olarak yazılır.

Adım-2- Tespit edilecek muhtemel nedenler için temel gruplamalar belirlenir (İhtiyaca göre gruplar belirlenir, Grup başlıkları ve sayısı standart değildir)



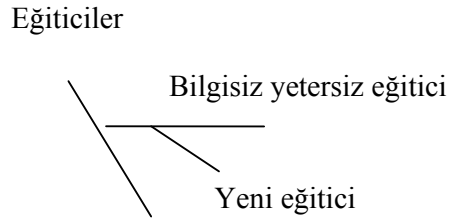
Şekil 3.1 Balık kılıcı (Adım 2)

Adım-3- Bütün üyeler beyin fırtınası oturumuna katılır, sırayla tüm üyelerin düşünceleri alınır.



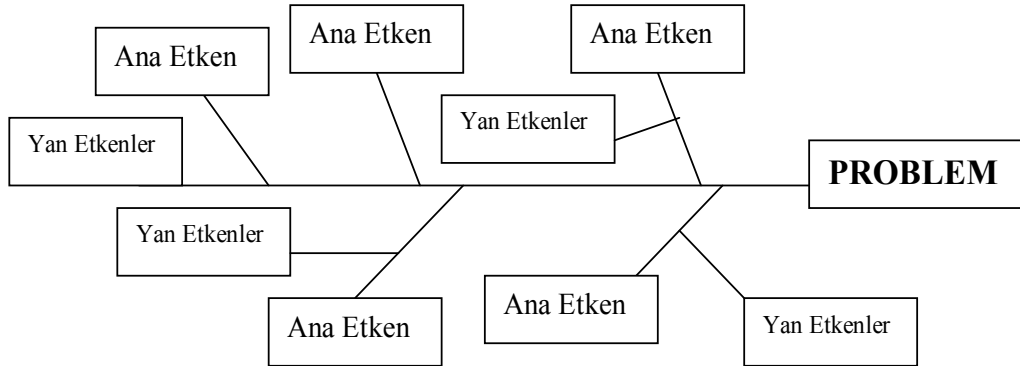
Şekil 3.2 Balık kılıçığı (Adım 3)

Adım-4- Her üye düşüncesinin hangi temel gruba girdiğini belirtmelidir bir neden bazen başka bir nedenin dalı olarak eklenir.



Şekil 3.3 Balık kılıçığı (Adım 4)

Daha sonra en önemli nedenleri tespit etmek için oylama yapılır, en fazla oyu alan nedenler daire içine alınır. Sorunun çözümüne öncelikle buradan başlanır ve kılıçık yavaş yavaş kırılır. Tamamlanmış bir balık kılıçığı aşağıdaki gibidir.



Şekil 3.4: Balık kılıçığı diyagramı

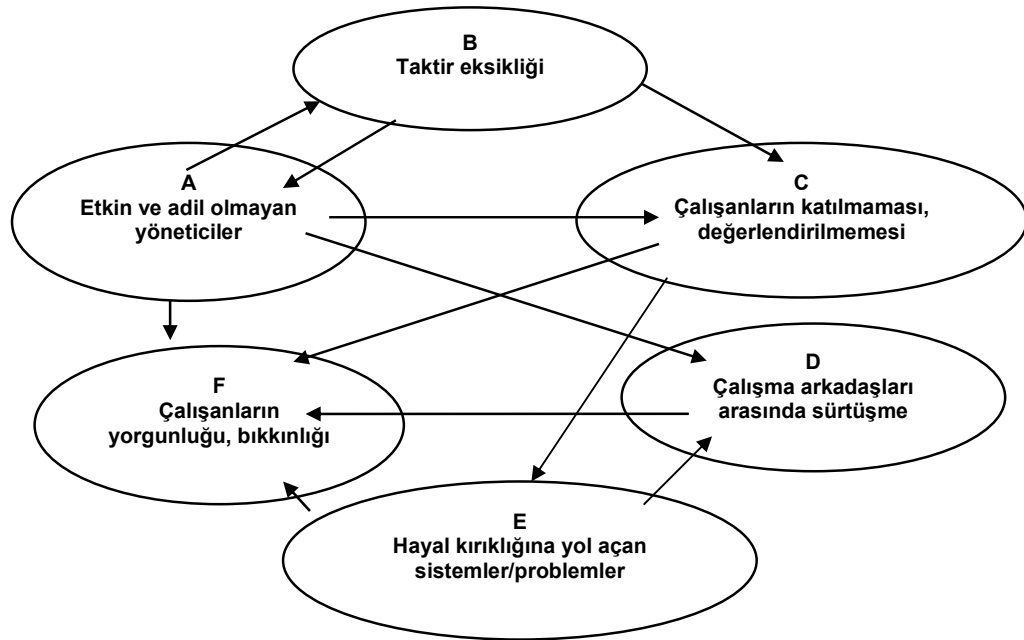
3.2.6 İlişki diyagramı

Bir grup fikir arasındaki itici güçler ve sonuçlarının incelenmesi amacıyla kullanılan tekniktir. Bu yöntem, bir dizi fikir arasındaki sebep ve sonuç bağlarını grafiksel olarak gösterimidir. Ayrıca, fabrika yerleşiminin düzenlenmesinde de kullanılan bir yöntemdir (Kobu, 2003). Bu analiz aracında fazla ayrıntılara girilmez.

Bu araç,

- Ana sebepler belirlenmek istendiğinde,
- Daha iyi tanımlanması gereken, birbiri ile ilişkili fazla sayıda konu olduğunda,
- Ana sebepleri belirlemek için veri olmadığında kullanılabilir.

Moral bozukluğu probleminin sebepleri arasındaki ilişki diyagramı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.5: Moral bozukluğu probleminin sebepleri arasındaki ilişki diyagramı (Köksal,2001)

3.3 Süreç İyileştirme Yöntemleri ve Metodolojisi

Bir organizasyonun iş süreçlerinin belirlenmesi, tanımlanması, sahip atanması, sürekli izlenmesi “süreç yönetimi” olarak adlandırılabilir. Fakat çok önemli nokta şudur: Süreç yönetimi, içinde “iyileştirme “ barındırmıyorsa, ona “süreç yönetimi” denemez.

Benzer biçimde sadece Süreç İyileştirme (BPI – Business Process Improvement) kavramı da “süreç yönetimini” içerecektir; çünkü yönetilmeyen bir şey iyileştirilemez. (Eyüboğlu, 2006) Bu bakımdan, süreçlerin belirlenmesi, tanımlanması, izlenmesi, iyileştirilmesi stratejik yaklaşımına, “Süreç Yönetimi” veya “Süreç İyileştirme” adı verilebilir. Sürekli iyileştirme kademeli ve sıçramalı olmak üzere iki farklı şekilde yapılır.

3.3.1 Kademeli iyileştirmeler : “BPI – Business process improvement” – İş süreçlerinin iyileştirilmesi

Kademeli iyileştirme yani iş süreçlerinin iyileştirilmesi, yapılan işin hatasız, daha çabuk, daha ucuz yapılması ile ilgilidir. Kaizen olarak tanımlanan küçük (kademeli) iyileştirmeler, günlük çalışma düzeni içinde çalışanların yaratıcı düşünceleri, kalite iyileştirme ve problem çözme takımlarının çabaları ile küçük boyuttaki iyileştirmeleri kapsar.

3.3.2 Sıçramalı iyileştirme “BPR – Business process re-engineering” – İş süreçlerinin yeniden tasarımı

Süreçte çok büyük, radikal değişiklikler yapılmasını; neredeyse mevcut sürecin sil baştan yapılıp, “bu süreci ilk defa şimdi ve hiç bir koşullanma, kısıtlama olmadan tasarlıyor olsak nasıl tasarlarız yaklaşımıyla” yeni baştan tasarlanması yaklaşımını belirtir. Yani teknoloji geliştirme, üretim yönetimi, arge vb. yatırım gerektirebilen büyük boyutlardaki değişim ve gelişmeleri içerir. Örneklersek; otomobile park sensörü koymak kademeli iyileştirme, iç hacmi büyüterek hem binek hem ticari amaçla kullanılabilen yeni tip bir otomobil üretmek sıçramalı iyileştirmedir.

Bir kuruluş süreç konusuna belki de ilk girişinde en baştan kademeli veya sıçramalı iyileştirme yapacağım diye karar vermek; birinden birini seçmek durumunda değildir. Süreçte, kademeli veya sıçramalı iyileştirmeler yapılacağı, sürecin durumuna, müşteri beklentisine, bilgi teknolojisi olanaklarına ve her şeyden evvel strateji ve hedeflere bağlıdır.

Süreçlerini belirlemiş ve yönetmeye başlamış bir kuruluşta, sürekli iyileştirme döngüsü içinde ele alınan süreçle ilgili olarak ilk yapılacak şey, sürecin mevcut durumunun incelenmesidir. Sürecin baştan mı tasarlanacağı, yoksa mevcut süreç içinde küçük değişiklikler mi yapılacağına sonra karar verilir. Dolayısıyla, iyileştirmek üzere ele alınacak süreç bir “Süreç İyileştirme Ekibi” oluşturulup, mevcut süreç incelenir ve sonra iyileştirme seçenekleri tartışılır ve ne tür iyileştirme yapılacağı veya yapılacak değişikliklerin ne boyutta olacağı bu ekip tarafından belirlenir.

Oluşturulan Süreç İyileştirme Ekibi, sürecin mevcut durumunu incelerken (haritanın çıkarılması, müşterilerle ve süreçte çalışanlarla görüşmeler yapılarak istek, beklenti, aksaklıkların öğrenilmesi, önerilerin alınması, engelleyicilerin öğrenilmesi, mevcut ölçümlerin kaydedilmesi, ölçüm yapılmıyorsa yapılması) durum netlikle ortaya çıkar. Küçük veya radikal değişiklikler yapılma ihtiyacı görünür hale gelir. Küçük değişiklikler yapılacak ise

- Sorunların kökeninin incelenmesi
- İyileştirme çözüm seçeneklerinin tartışılması
- Seçeneklerden birine karar verilmesi
- Pilot uygulama ve pilottaki sonuçların incelenmesinden sonra uygulamanın yaygınlaştırılması izlenecek adımlardır.

Mevcut durum incelemesi süreçte büyük değişiklikler yapılacağını gösteriyor ise; ayrıntılı biçimde sorunların kökenini tespit etmek gereksizdir. Bu durumda,

- Yaratıcılık ve yenilikçilik kullanılarak
- Kıyaslama yoluyla en iyi uygulama araştırılarak
- Çoğunlukla yeni ve son bilgi teknolojisi olanakları kullanılarak süreç yeni baştan tasarlanır.

Tüm şirketlerde olduğu gibi otomotiv sektörü tedarikçisi olan bu şirkette de kademeli ve sıçramalı iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Bu amaçla, müşterilerinin önemli kısmının otomotiv üreticisi ve/veya yan sanayicisi olmasından dolayı, bu iyileştirme çalışmalarının bir kısmının ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi kapsamında yapılarak bu belgenin alınması amaçlanmıştır.

4. ISO/TS 16949 OTOMOTİV KALİTE YÖNETİM SİSTEMİ SPESİFİKASYONU

4.1 ISO/ TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Nedir?

ISO/TS 16949, IATF (International Automotive Task Force/Uluslararası Otomotiv Görev Gücü) grubunun kurulmasıyla dünya çapındaki bir çok otomotiv endüstrisi kuruluşu tarafından adapte edilmiş bulunan kalite sistemleri (AVSQ' 94-İtalya, EAQF' 94-Fransa, VDA 6.1-Almanya ki bunlar arasında karşılıklı olarak kabul görmüştür ve QS 9000-ABD) hakkındaki Spesifik Teknolojilerin rasyonalizasyonunu temsil eder.

Bu gruba dahil olanlar:

- İtalya (FIAT CAR ve ANFIA),
- Fransa (PSA, RENAULT ve FIEV),
- Almanya (BMW, DAIMLER BENZ, VW ve VDA),
- ABD (Chrysler, FORD, GM ve AIAG),
- İngiltere (SMMT)

Ulusal Otomotiv Birliklerinin/Derneklerinin IATF'ye katılımı, otomotiv üreticileri ile tedarikçiler arasındaki ortak hedeflerin birbiriyle tutarlı olması ve paylaşılması gerektiği fikrinin kabul edilmesine yol açmıştır.

Buradaki ana amaç, Avrupalı ve Amerikalı müşterilerden gelecek tüm taleplerin, dünya çapındaki otomobil üreticilerinin tümünde farklı müşteriler tarafından yapılacak sayısız kontrol yerine, tarafsız üçüncü bir sistem tarafından kontrol ve doğrulamasının yapılarak karşılanmasının sağlanmasıdır.

ISO/TS 16949:2002 standardı, IATF (International Automotive Task Force/Uluslararası Otomotiv Görev Gücü) ve JAMA (Japan Automobile Manufacturer Association/Japon Otomobil Üreticileri Birliği) ile yapılan işbirliği ve ortak çalışma ile kalite yönetim sistemlerine yönelik ISO 9000 serisi standartların hazırlanmasından sorumlu olan ISO/TS 176 teknik komitesinin desteği ile hazırlanmıştır.

ISO/TS 16949:2002 "Kalite Yönetim Sistemi – ISO 9001:2000'in Otomotiv Endüstrisinde Seri Üretim ve Yedek Parça Üretimine Yönelik Olarak Uygulanmasına İlişkin Özel Şartname" hedefi, tedarik zincirinde sürekli olarak iyileştirme sağlamak, kusur ve noksanları önlemek ve ürün iadelerini azaltmak olan bir kalite yönetim sistemi oluşturmak ve geliştirmektir

ISO 9001:2000'in öngördüğü şartların yanı sıra ISO/TS 16949, işçilerin eğitime ve duyarlı hale getirilmesine, ilgili hizmetlerin planlanmasına, geliştirilmesine, üretimine ve tedarikine, ölçüm cihazlarının kontrol ve tahlil edilmesine ve iyileştirilmesine yönelik sektöre özgü şartları da kapsar.

4.2 ISO/ TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi'nden Beklenen Faydalar

Bu teknik spesifikasyon ile global otomotiv endüstrisinde yer alan kalite sistem gerekleri düzene konmuş ve çok çeşitli sertifikasyon denetimlerinden kaçınılması sağlanmıştır.

Bu sertifikasyon sayesinde,

- Sürekli iyileştirme sağlanabilmekte,
- Hatalar oluşmadan önlenebilmekte,
- Proseslerde oluşan değişkenlikler azaltılabilmekte,
- Tedarik zincirinde oluşan kayıpların azaltılması sağlanabilmektedir.

4.3 ISO/ TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi'nin Uygulama Alanları

ISO/TS 16949'un en çok uygulandığı alanlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Üretim,
2. Servis parçası tedarikçileri,
3. Parça veya malzeme tedarikçileri,
4. Isıl işlem, boyama, kaplama veya diğer yüzey işlemlerini yapanlar,
5. Müşteriye özel diğer işlemlerin tedarikçileri.

4.4 Şirkette ISO/ TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Çalışmaları Uygulanmasının Amaçları

Şirkette ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi çalışmaları alt yapı olarak mart 2005 tarihinde başlamış ve 2006 başlarında tamamen uygulamalara başlanmıştır. ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi'nin şirkete alınmasının hedeflenmesindeki amaç, toplam satışları içinde yaklaşık oldukça yüksek bir paya sahip ana otomotiv üreticilerine ve otomotiv yan sanayicilerine, kalite sistemini önemli temeller üzerine oturtarak, proses kalitesini sürekli arttırarak ve maliyetlerini düşürerek en iyi hizmeti verebilmektir. Ayrıca, 9001:2000 Kalite Sistem Şartlarının esas alındığı bu teknik spesifikasyon ile küresel otomotiv endüstrisi kapsamında, çok çeşitli belgelendirmeye olan ihtiyacı ortadan kalkmıştır.

4.5 ISO/ TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Kapsamında Yapılan Çalışmalar

ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sisteminin bir şirkette uygulanması için bazı alanlarda iyileştirme çalışmaları başlatılmalıdır. Bu çalışmalara örnek olarak aşağıdaki istatistiksel ve diğer iyileştirme teknikleri örnek olarak verilebilir.

4.5.1 Hata türü ve etkileri analizi (FMEA-DFMA)

FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi), riskleri tahmin ederek hataları önlemeye yönelik güçlü bir analiz tekniğidir (Işık, 2006). Hatanın ortaya çıkması ile doğacak problemin müşteri gibi algılanması prensibine dayanır. Hataları müşteriye gitmeden önce önlemeyi ve müşteri memnuniyetini artırmayı hedefler.

Hata önleme teknikleri birçok hata için önleyici faaliyetler önerebilmektedir. Bu önleyici faaliyetler ise organizasyonlara çeşitli maddi ve manevi yükler yüklemektedir. Bu yükler, malzeme-makine yatırımı, ek çalışma saatleri şeklinde olabileceği gibi tasarım değişikliği de olabilir. Ancak kaynaklar daima kısıtlı olduğu için, önleyici faaliyetlerin uygulanmasında yöneticilerin karşılaştıkları sorun, hangi faaliyetin daha öncelikli olduğuna karar verme noktasında ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, hata önleme tekniklerinde hataları risk derecesine göre önceliklendirebilme özelliği de aranmaktadır. Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) bu özelliği metodolojisinde barındıran bir tekniktir (Öndemir ve diğ., 2004).

Bu metodun çalıştırılması için dört ön şartın herkes tarafından anlaşılması ve takip edilmesi gerekmektedir:

- Bütün problemler aynı derecede önemli değildir. Önemli olan problemin önceliğidir. FMEA, bu önceliği belirlemeye yardımcı olur.
- FMEA' ya başlanmadan önce müşteri belirlenmelidir. Bu genellikle son kullanıcı olmasına rağmen operasyonlar arası müşteriler de olabilir. Bu problemin tanımlanması ve ele alınması için önemlidir.
- FMEA' nın amacı devamlı iyileşme ve düzeltici faaliyetlerin başlatılması olmalıdır. Aksi takdirde çalışma statik bir çalışma olarak kalır.

4.5.1.1 FMEA' nın yararları

FMEA' nın bir şirkette sağladığı yararlar şunlardır;

1. Temel değişiklikleri başarı ile yapmak için önemli bir fırsattır.
2. Ürün veya servisin kalitesini, güvenilirliğini ve emniyetini geliştirmeyi sağlar.
3. Firmanın imajını ve rekabet gücünü artırır.
4. Müşteri memnuniyetinin artmasına yardımcı olur.
5. Ürün geliştirme zamanını ve maliyeti düşürür.
6. Kritik veya önemli karakteristiklerin belirlenmesini sağlar.
7. Yeni bir imalat veya montaj prosesinin analizine yardımcı olur.
8. Hatanın tanımlanmasına ve önlenmesine yardımcı olur ve potansiyel hataları belirler.
9. Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin başlatılmasını sağlar.
10. Yüksek güvenilirlik ve emniyet için alternatiflerin önceden belirlenmesine yardımcı olur.

4.5.1.2 FMEA prosesinin başlatılması gereken durumlar

Bir FMEA çalışması bir şirkette şu durumlarda uygulanabilir;

- Yeni ürünler veya prosesler tasarlandığında,
- Mevcut ürünler veya prosesler değiştirildiğinde, buralarda yeni uygulamalara başlanacağına,
- Mevcut ürünler veya proseslerde önemli hatalar görüldüğünde.

FMEA Ekibi, 3 ila 5 kişiden oluşur ve bu çalışanların incelenmekte olan ürünün tasarım, imalat, montaj ve kontrol işlemleri konularında sorumlu ve deneyimli olmaları gerekir. Araştırma, mühendislik, üretim ve kalite bölüm temsilcileri ekibin doğal üyeleridir. Ekibi, ekip lideri yönetir ve tüm grubun FMEA eğitimi almış olmaları gereklidir.

4.5.1.3 Proses FMEA

Proses FMEA, ürün ve montaj proseslerinin incelenmesi için kullanılan bir tekniktir. Bazı özelliklerini şöyle sıralayabiliriz;

- Üretim ve montaj prosesinde yetersizliklerin neden olduğu olası hata türlerine odaklanır.
- FMEA yönetiminin amacı üretim ve montaj prosesinin zayıf noktalarını belirlemektir.
- Proses FMEA sırasında ürünün tasarım şartlarını yerine getirecek şekilde tasarlandığı öngörülür ve tasarım zayıflıklarından doğabilecek potansiyel hatalar dahil edilmez.
- FMEA, üretim ve montaj prosesindeki değişiklikleri takip etmek için sık sık güncelleştirilmeli ve bu değişikliklerin ürün üzerindeki etkilerine göre sürekli olarak değerlendirilmelidir.

FMEA çalışmalarında önemli olan birçok parametre vardır. Bu çalışma yapılırken proseste önlem alınacak öncelikli parametreleri belirlemeye yardımcı Risk Öncelik Sayısı'nı hesaplamakta kullanılan faktörler kısaca şöyle özetlenebilir:

4.5.1.3.1 Şiddet

Şiddet faktörü, hata etkilerinin müşteriye sonuçlarını değerlendirir. Özellikleri,

- Şiddet, sadece etkilere uygulanır.
- Şiddet, olası hata türünün müşteriye olan etkisinin önem ve tehlikesini derecelendirir.
- Şiddetin derecelendirilmesi müşteriye etkisi yönünden "1" ile "10" arasında yapılır.
- Her bir hata türü etkisi için şiddet derecelendirmesi yapılır. Müşteri yönünden şiddet derecesi, sadece ürün tasarımı üzerinde yapılacak değişikliklerle değiştirilebilir.

- Üretim sırasındaki kontrollerden etkilenmez, belli bir etki yaratan tüm olası nedenleri de aynı şiddet değerini alır.

Tüm bu şiddet faktörü özellikleri göz önünde bulundurularak Şiddet Değerlendirme Tablosu hazırlanmış ve her bir etki için şiddet derecelendirmesi yapılmıştır.

HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ (PROSES FMEA)															
Parça No / Adı		Proses Sorumlusu				FMEA Numarası									
Model Yılı		Öngörülen Bitiş Tarihi				Sayfa No									
FMEA Ekibi						Hazırlayan									
						FMEA Tarihi									
						Revizyon Tarihi									
Proses / Fonksiyon	Potansiyel Hata Türü	Hatanın Potansiyel Etkileri	Şiddet Sınıfı	Hatanın Potansiyel Nedenleri	Olasılık	Mevcut Proses Kontrolleri-Önleme	Mevcut Proses Kontrolleri-Saptama	Saptanabilirlik	R O S	Önerilen Faaliyetler	Sorumlu ve Termin Tarihi	Faaliyet Sonuçları			
												Gerçekleştirilen Faaliyetler	Şiddet	Olasılık	Saptanabilirlik
	Fonksiyonlar, özellikler veya şartlar nelerdir?	Etki(ler) nelerdir?	Ne kadar kötü?	Nedenler neler?	Bu hata ne kadar sık ortaya çıkıyor?	Bu hata nasıl saptanabilir veya önenebilir?	Bu metod ne kadar iyi saptayabiliyor?			Ne yapılabilir? - Tasarım değişikliği - Proses değişikliği - Özel kontroller - Standart, prosedür ve talimat değişikliği					
	Ne yanlış gözebilir? Fonksiyon yok Parçalı/Aşırı/Azalan fonksiyon Keskin fonksiyon İstenmeyen fonksiyon														

Şekil 4.1: Şiddet değerlendirme tablosu (Işık, 2006)

4.5.1.3.2 Olasılık

Belli bir sebebin sonucu olarak, bir hata türünün ne kadar sıklıkta oluşabileceğidir. Olasılık derecelendirmesi “1”den “10”a kadar sayısal olarak yapılır. Bu olasılık değeri nedenler ve hata türleriyle ilişkilidir. Derecelendirmede istikrarı sağlamak için Olasılık derecelendirme tablosu kullanılır. Şirkette yapılan çalışmalarda da aşağıdaki gibi bir Olasılık derecelendirme tablosu kullanılarak olasılık değerleri nedenler ve hata türleriyle ilişkilendirilmiştir.

Tablo 4.1: Olasılık derecelendirme tablosu (Işık, 2006)

HATA OLASILIĞI	OLASI HATA ORANLARI	P_{pk}	DERECE
Çok yüksek	1000 parçada 100'den fazla	< 0.55	10
	1000 parçada 50	≥ 0.55	9
Yüksek	1000 parçada 20	≥ 0.78	8
	1000 parçada 10	≥ 0.86	7
Orta	1000 parçada 5	≥ 0.94	6
	1000 parçada 2	≥ 1.00	5
	1000 parçada 1	≥ 1.10	4
Düşük	1000 parçada 0.5	≥ 1.20	3
	1000 parçada 0.1	≥ 1.30	2
Hemen hemen olanaksız	1000 parçada 0.01'den az	≥ 1.67	1

4.5.1.3.3 Saptanabilirlik

Parçanın üretim veya montaj hattını terk etmeden önce hataların belirlenme olasılığıdır. Saptanabilirlik derecelendirmesi “1”den “10”a kadar sayısal olarak yapılır. Hata oluşmuş gibi varsayıp, mevcut bütün kontrol olanaklarının, hata türüne sahip parçanın sevk edilmesini önleme yeteneği derecelendirilmelidir. Yapılan saptanabilirlik derecelendirmesinde sadece hata türünü /nedenini saptamaya yönelik kontroller dikkate alınmıştır.

4.5.1.3.4 Risk öncelik sayısı (RÖS)

Prosesteki problemlerin önem sırasını belirlemek için kullanılır. RÖS ‘1’ ile ‘1000’ arasında bir değerdir. RÖS, hataların göreceli önemini ve düzeltici önlemlerin önceliğini tanımlar.

RİSK ÖNCELİK SAYISI = OLASILIK x ŞİDDET x SAPTANABİLİRLİK
şeklinde bulunur.

RÖS' ün büyüklüğüyle bağlantılı olarak iyileştirme faaliyetlerine ihtiyaç vardır.

4.5.1.3.5 Önerilen faaliyetler

Önerilen iyileştirme faaliyetleri şiddet, olasılık ve/veya saptanabilirlik derecelerinden birini veya birkaçını azaltmak için alınan proses faaliyetleridir. Faaliyetlerin öncelik sırası,

- En yüksek şiddet,
- En yüksek şiddet x olasılık,
- En yüksek RÖS değerine sahip hata türleri şeklindedir.

Şiddet 9 ve 10 olduğunda RÖS'e bakılmadan önlem alınmalıdır. Şiddet değerinin azaltılması için şirket bünyesindeki birimlerde en yüksek RÖS değerinden başlanarak iyileştirilecek alanlar belirlenmiş ve tasarımda yapılacak değişikliklerle, olasılık değerinin azaltılması için de hata nedenleriyle mücadele ile iyileştirme faaliyetleri belirlenmiştir.

4.5.1.3.6 Faaliyet sonuçları

Alınan önlemler kısaca tariflenir ve tarihleri yazılır. Eğer yapılan iyileştirme sonucunda yeni şiddet, olasılık ve saptanabilirlik değerleri bulunduysa yeni RÖS hesaplanarak yazılır.

FMEA çalışmalarında bütün bu faaliyetlerin yürütülmesi ve kaydedilmesi için bir FMEA formu kullanılır. Form başlıkları doldurulduktan sonra tabloda ilgili yerler doldurulur. Şirket bünyesinde de FMEA çalışmaları 7 müdürlükte başlatılmış ve aşağıdaki kural ve gereksinimlere bağlı olarak hazırlanan FMEA formları ilgili personel tarafından doldurularak ve sonuçlar izlenerek gerekli önlem alma çalışmalarına başlanmıştır.

4.5.2 Ölçme sistemlerinin analizi (MSA)

Bir ölçüm sistemi ölçüm cihazlarını, ölçüm yapan operatörleri, ölçüm ortamını, ölçüm prosedürlerini ve ölçüm için kullanılan yardımcı ekipmanları içerir. MSA ölçüm cihazından ve ölçüm cihazının kullanımından doğan varyasyonu bulma, mühendislik toleransı ile ölçüm varyasyonunun miktarını karşılaştırma ve ölçüm prosesini iyileştirerek toplam değişkenliği azaltmayı amaçlar (Durman ve Pakdil, 2005) . Bu ölçme sisteminin değerlendirmesi yapılırken üç noktaya dikkat edilir;

- Ölçme sistemi yeterli ayırım yapma özelliğine sahip mi?
- Ölçme sistemi zamana göre istatistiksel olarak kararlı mı?
- İstatistiksel özellikler için beklenen aralık içinde tutarlı ve proses analizi veya kontrolü için kabul edilebilir mi?

Ölçe sistemi değerlendirilirken şu istatistiksel özellikler dikkate alınır:

1. Eğilim
2. Tekrarlanabilirlik
3. Tekrar yapılabilirlik
4. Kararlılık
5. Doğrusallık

4.5.2.1 Ölçme sisteminin analizinin yararları

Ölçme Sistemi Analizinin şirkette sağladığı yararlar şöyledir;

- Yetersiz olduğu düşünülen bir ekipmanın değerlendirilmesi
- İki ekipmanın kıyaslanabilmesi
- Ölçme ekipmanının tamir öncesi ve sonrası durumunun karşılaştırılabilmesi
- Yeni ölçme ekipmanının kabul edilmesi
- Proses varyansı ve kabul edilebilirlik seviyesinin hesaplanması

4.5.2.2 MSA'nın temel terimleri

MSA'nın uygulanmasında kullanılan bazı terimler şu şekildedir;

Ölçme: Bir büyüklüğün değerini tayin etmeyi amaçlayan işlemlerin tamamıdır.

Ölçme ekipmanı: Ölçümde kullanılan ekipmandır.

Ölçme sistemi: Ölçülen karakteristiğin değerini belirlemede kullanılan ekipman, standart, operasyon, metot, yazılım, personel ve çevre şartlarının tümü.

Standart: Belirsizlik limitleri içinde gerçek değer olarak kabul edilen değer.

Referans değer: Karşılaştırma için üstünde hemfikir olunan değer.

Gerçek değer: Mükemmel bir ölçme ile elde edilebilecek değer.

Gözlemlenen değer: Ölçümcünün ölçtüğü değer.

Ayırım: Ölçme sisteminin, ölçülen karakteristiklerdeki küçük değişimleri saptama ve doğru olarak gösterebilme yeteneğidir ve aynı zamanda okunabilirlik veya çözünürlük olarak da adlandırılır.

Ölçme sisteminin yeterli ayırma sahip olması demek, çözünürlüğün, tolerans aralığının en az onda biri kadar olması yerine, proses varyansının en az onda biri kadar olması gerektiği manasına gelmektedir. Yani buna şöyle bir örnek verebiliriz:

Malzeme kalınlığı= $5,2 \pm 0,1$

Toplam tolerans= 0,2mm

Ölçme ekipmanı hassasiyeti= $\text{top. Tol.} / 10 = 0,2 / 10 = 0,02$ mm ayırım derecesi kadar hassas olmalıdır.

4.5.2.3 Ölçme prosesi varyansı

Ölçme prosesi varyansının belirlenmesinde şu veriler önem kazanmaktadır.

Eğilim: Aynı parçanın aynı karakteristiği üzerinde yapılan en az 10 ölçümün gözlemlenen ortalaması ve referans değeri arasındaki farktır.

Kararlılık: Aynı master veya parçalar üzerinde uzun bir zaman periyodu içinde tek bir karakteristiği ölçerken, ölçme sistemi ile elde edilen ölçümlerin toplam varyansdır. Burada değişen sadece ölçüm yapılan zamandır.

Doğrusallık: Ölçme ekipmanının beklenen çalışma aralığı boyunca değerlerindeki değişimdir. Doğrusallığın bozulduğu yere bakıp ölçüm yaparken sınırı bu değere göre belirleyebiliriz.

Tekrarlanabilirlik: Aynı ekipman ile, aynı kişinin aynı parçalar üzerinde ölçümleri tekrarlaması sonucunda elde edilen değerlerin varyansına denir.

Tekrar Yapılabilirlik: Aynı ekipman ile, farklı kişilerin aynı parça üzerinde yaptıkları ölçümlerin ortalamalarının varyansdır.

4.5.2.4 Ölçme sistemine hazırlık

Ölçme sistemi uygulanırken öncelikle şunlara dikkat edilmelidir.

1. Ölçme yöntemi ve prosedürü konusunda fikir birliği sağlanmış olmalı.
2. Ölçümcülerin sayısı, örnek parçaların sayısı ve tekrar eden okumaların sayısı belirlenmiş olmalı.
3. Ölçümcüler, ölçme ekipmanını kullananlar arasından seçilmeli.
4. Örnek parçalar, üretim prosesinden seçilmeli ve bütün çalışma aralığını temsil etmeli.
5. Ekipmanın kalibrasyonu yapılmış olmalı.

Bu ölçümler yapılırken, rasgele ölçüm metodu uygulanmalı, ölçümler en yakın rakama yuvarlanmalıdır. Her ölçümcü okumaları yaparken aynı prosedürü izlemelidir.

4.5.2.5 Ölçme sistemleri

Ölçme işlemleri değişken ve nitel ölçme çalışması olarak ikiye ayrılır. Ortada sayısal işlemler varsa değişken ölçme sistemi, mastardan, şablondan geçti geçmedi tarzında sayısal olmayan verilerin olduğu ölçümler de nitel ölçümlerdir.

4.5.2.5.1 Değişken ölçme sistemleri

Tekrarlanabilirlik ve tekrar yapılabilirlik özellikleri bu ölçme sisteminde baz alınmaktadır.

Aralık metodu: Ölçüm varyansını hızlı şekilde tahmin etmeyi sağlayan uyarlanmış bir çalışmadır. Örneğin 2 ölçümcü, 5 parça seçilir ve her ölçümcü 1'er ölçüm yapar. Bu ölçümlerin aralık ortalaması alınır ve uygun bir katsayıya bölünerek GRR sayısı bulunur. GRR, eleman+ cihaz hatasıdır. Daha sonra bulunan bu GRR proses standart sapmasına bölünerek %GRR değeri bulunur.

Ortalama ve aralık metodu: Aralık metodundan farklı olarak, ölçme sisteminin tekrarlanabilirlik ve tekrar yapılabilirlik şeklinde iki bileşene ayrılmasını sağlar. Bunun için proses varyansını temsil eden 5 parça seçilir ve A, B, ve C diye adlandırılan 3 ölçümcü 1'den n'e kadar numaralanan parçaları rasgele ölçer. Parçalar büyükse veya parçalar aynı andan uygun değilse, ölçümcü A, B ve C sıra ile parçaları ölçer ve sonuçları yazar. Bundan sonra A ölçücüsünün yaptığı her parça için alınan üçer ölçümün en küçüğü ve en büyüğü arasındaki farklar alınır, satıra sırayla yazılır. Tüm farklar bulunduktan sonra bunlar sırayla toplanır ve R_a olarak yazılır. Aynı şekilde alınan üç ölçümün de parça bazında ortalaması alınır ve o da X_a şeklinde yazılır. X_a dediğimiz ölçümcü hatası R_a değeri de cihazdan oluşan hata olarak tanımlanır. Daha sonra bunlar tüm ölçümcüler için hesaplanarak toplam bir cihaz ve ölçümcü hatası bulunur.

Şirkette MSA çalışması laboratuvarlar ve kalite müdürlüğü bünyelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda metot olarak bir ölçme sistemi için

tekrarlanabilirlik ve tekrar yapılabilirlik değerlerini tahmin etmemizi sağlayan Ortalama ve Aralık Metodu kullanılmıştır.

Sonuçların analizi: Sonuçların analizinde bazı kurallara dikkat edilmelidir. Bunlar şu şekildedir (Işık, 2006);

- Eğer hata oranı %10'un altında ise ölçüm sistemi kabul edilebilir olarak tanımlanır.
- Eğer %10 ile %30 arasında ise uygulamanın önemine, ölçme ekipmanının maliyetine, tamir masraflarına yönelik bir iyileştirme programı hazırlanabilir.
- Eğer hata oranı %30'un üzerindeyse ölçme sisteminin geliştirilmesi gerekir. Problemlerin belirlenip düzeltilmesi gerekir.
- Eğer cihaz hatası (tekrarlanabilirlik), eleman hatasına (tekrar yapılabilirliğe) oranla daha büyükse, ekipmanın bakıma ihtiyacı olduğu, ölçme ekipmanlarının daha kullanılabilir olması için yeniden tasarımı veya parça içi farklılık durumları değerlendirilmelidir.
- Eğer bu durumun tersi söz konusuysa, ölçümcü, ölçme ekipmanının kullanımı ve okuma konularında iyice eğitilmelidir. Ya da ölçme ekipmanı kadranındaki bölümlendirme net değildir.

4.5.2.5.2 Nitel ölçme sistemleri

Nitel ölçme ekipmanları kullanıldığında ise yanlış kararlar verilmesini ve yanlış ölçüm yapılmasını engellemek için "Hipotez testi" ve "İşaretleme yaklaşımı" yöntemleri kullanılır.

Hipotez testinde örneğin 50 parça seçilir 3 ölçümcü ile yapılacak 3 deneme için kabul edilebilir '1', kabul edilemez '0' belirlenerek hipotez kurularak değerlendirme yapılır. Mükemmel ölçümlere göre belirlenen referans değerleriyle karşılaştırılan ölçüm değerlerinin doğruluğu % olarak ortaya konur.

4.5.3 İleri ürün kalite planlaması (APQP)

İleri ürün kalite planlaması (APQP) uygulamalarındaki amaç, müşteri ve tedarikçiler için ürün kalite planlamasının karmaşıklığının azaltılması, ürün kalite planlamasının öneminin anlaşılması, müşteri ve tedarikçiler arasında ürün kalite planlaması gereksinimlerinin ortak bir dille ifade edilerek standartlaştırılarak etkin bir iletişimin sağlanmasıdır (Işık, 2006). APQP uygulaması yapılan şirketler, müşteri memnuniyeti için kaynaklarını yönlendirmede, gerekli değişikliklerin önceden bilinmesinde, gecikmiş değişikliklerin engellenmesi konusunda ve kaliteli bir ürünün zamanında ve en düşük maliyetle sağlanması konusunda büyük faydalar sağlamaktadır.

Ürünün kalite planlama döngüsü PUKÖ döngüsü şeklindedir. Bu döngüde ön planlama; döngünün ilk üç çeyreği ile ürün/proses geçerliliğinin sağlanarak ürün kalite planlamasının ön evresinin tamamlanmasını, uygulama kısmı ise döngünün son çeyreğinde çıktıların değerlendirilerek müşteri memnuniyetinin ve sürekli iyileştirmenin sağlanmasını kapsar.

4.5.3.1 Ürün kalite planlamasının esasları

Ürün kalite planlaması çalışmasında bazı esaslara dikkat edilmesi gerekir. Bunlar şöyle özetlenebilir;

- Farklı bölümlerden kişilerden oluşan bir ekip kurulmalı.
- Müşteri ihtiyaç, beklentileri ve şartları tanımlanmalı.
- Ekipler arasında ve müşteri ve tedarikçilerle sağlıklı iletişim kanalları oluşturulmalı.
- Yetenekleri geliştirecek eğitim programları oluşturulmalı.
- Kontrol planları hazırlanmalı
- Sorunların çözümü için sistematik teknikler kullanılmalı.
- Bu çalışma için bir çalışma planı oluşturularak kim, nerde hangi işi yapacak sorularına cevaplar belirlenmeli, plana uyulması, değerlendirilmesi, raporlanması ve gerektiğinde güncellenmesi sağlanmalı.

4.5.3.1.1 Programın planlanması ve tanımlanması

Çalışmanın bu aşamasında girdi ve çıktılar belirlenir. Müşterinin sesi dediğimiz Pazar araştırması verileri, kalite raporları ve ekip deneyimleri değerlendirilir. Bunların sonuçlarına göre bir iş planı/Pazar stratejisi belirlenir. Benchmarking tekniği kullanılarak ürün /proses performans hedefleri belirlenir. Ayrıca, tasarım, güvenilirlik ve kalite hedefleri de belirlenir. Taslak proses akış şeması çizilir ve taslak ürün ve proses karakteristikleri belirlenir. FMEA çalışmaları yapılır ve programı riske atacak taslak şartları belirlenir. Ürün kalite planlamasının her aşamasında yönetimin bilgilendirilmesi yapılır.

4.5.3.1.2 Ürün tasarımı ve geliştirme

Bu aşamada tasarım FMEA çalışmaları yapılarak imalat ve montaj tasarımları yapılır. Tasarım fonksiyonları yapılabirlik ve montaj kolaylığının arasındaki ilişkiler optimize edilir. Laboratuar testleri ile tasarım doğrulaması yapılarak bunların müşteri istek ve beklentilerine uygun olup olmadığı test edilir. Sonra uygun prototipler ve kontrol planları oluşturulur. Bunlara göre uygun boyut/toleranslara göre ve özel karakteristikler göz önüne alınarak mühendislik çizimleri yapılır. Yeni ekipman ve tesis ihtiyaçları, master ve test ekipmanı ihtiyaçları belirlenerek giderilir. Daha sonra yönetim desteği için yönetime sunulur.

4.5.3.1.3 Proses tasarımı ve geliştirme

Ambalajlama standartları belirlenir. Mevcut kalite sistemi gözden geçirilerek prosedürler, şartnameler kontrol edilir. Öngörülen prosese uygun proses akış diyagramı çizilir. Proses parametreleri ile imalat operasyonları arasındaki ilişkiyi gösteren karakteristik matrisi hazırlanır. Üretime başlanmadan önce Proses FMEA çalışması yapılır ve değişen şartlara göre bu sonuçlar güncellenir. Bu FMEA sonuçlarına paralel kontrol planları oluşturulur. Operatörler için anlaşılabilir ve prosese ait her bilgiyi barındıran proses talimatları oluşturulur. MSA planı hazırlanarak analiz yapılacak ölçüm cihazları ve karakteristikler belirlenir. Bu sürecin sonunda yine ilgili sunum yönetime sunulur ve gözden geçirme yapılır.

4.5.3.1.4 Ürün ve prosesin geçerliliği

Ürün ve prosesin geçerliliğini test etmek için deneme üretimi yapılır. Deneme üretimi sonucunda elde edilen veriler, ön proses yeterliliği, ölçüm sisteminin değerlendirilmesi, üretim parçası onayı, üretimi geçerli kılma onayı konularında kullanılır.

Ayrıca bu aşamada ölçüm sistemlerini değerlendirilmesi için analizler yapılır ve bunun için MSA referans kitapçığından yararlanır. İPK çalışmalarıyla kontrol planında yer alan karakteristiklerin ön proses yeterliliği yapılır. Bunun yanında üretim parçası onayı (PPAP) ve ürün geçerlilik testleri de yapılır. Üretim kontrol planı hazırlanarak kalite planı hesaplanır ve yönetimin onayına sunulur.

4.5.3.1.5 Geri bildirim, değerlendirme ve düzeltici faaliyet

Ürünün kullanılmaya başlanmasıyla ortaya çıkan müşteri tatmini değerlendirilir. Ortaya çıkan olumsuzluklara karşı düzeltici faaliyetler geliştirilmelidir. Prosesteki değişkenlikleri azaltmak için kontrol kartları ve diğer istatistiksel tekniklere başvurulmalıdır. Sürekli iyileştirme servis aşamasına kadar devam etmelidir.

4.5.3.1.6 Kontrol planı

Kontrol planlarının amacı, ürünün müşteri beklentilerine uygun olarak üretilmesine yardımcı olmaktır. Tek bir kontrol planı, aynı tip prosesler ve aynı tip kaynaklar kullanılarak üretilen ürün grupları için kullanılabilir. Kontrol planı oluşturulurken proses akış diyagramlarından, tasarım ve proses FMEA sonuçlarından, özel karakteristiklerden, ekip bilgisinden ve diğer analitik tekniklerden yararlanır. Şirkette kontrol planları, bütün üretim hatlarında kullanılmaktadır. Bunun yanında, ambarlama ve sevkiyatta hatalı ürünün gönderilmesini engellemek, tedarikte ise tedarikçiden gelen ürünün üretime verilmeden önce kriterlere olan uygunluğunu denetlemek amacıyla kullanılmaktadır.

4.5.4 Üretim parçası onay prosesi (PPAP)

Bu çalışma, tedarikçinin, müşteri taleplerini anlayıp anlamadığını ve ilgili prosesin ürünü istenilen şekilde üretmek için yeterli olup olmadığını belirlemek için yapılır. Bu ölçüm için en az 300 adetlik üretimden örnekler alınır, belirlenmiş PPAP şartlarını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Parça resimleri ile ilgili kayıtlar mutlaka tutulmalı ve malzeme içerikleri mutlaka raporlanmalıdır. İncelenen ürüne ait akış şemaları oluşturulmalı ve proses FMEA'lar müşterinin isteklerine göre yapılmış olmalıdır. Bunun yanında kontrol planları hazırlanmalı ve MSA çalışmaları yapılmış olmalıdır. Ön proses çalışmalarıyla yeterlilikler ölçülmeli, değişkenlikler azaltılmalıdır.

PPAP çalışmalarında ortaya çıkan kararsız prosesler için düzeltici faaliyetler oluşturulmalıdır. Kabul kriterlerinin sağlanamaması durumunda ise %100 muayeneyi öngören kontrol planı müşteriye verilmelidir. Ayrıca PPAP çalışmalarının yakından izlenmesini sağladığı kalifiye laboratuvar dokümanları ve görünüm onay raporu hazırlanmalıdır. Bu çalışmalardan sonra tasarım, proses ve imalatla ilgili planlanan değişiklikler konusunda müşteri temsilcisinden onay alınmalıdır. Yapılan değişiklikler konusunda müşteri mutlaka haberdar edilmelidir. PPAP onayı ilgili uygunsuzluklar giderildikten sonra alınmalıdır.

PPAP'de sunum seviyeleri vardır. Seviye 1 ve seviye 5 arasında aşamalar mevcuttur. Seviye 1'de sadece garanti mektubu verilirken, seviye 5'te bunun yanında numune parçalar ve tedarikçi alanında gözden geçirilecek tüm verilerde bulunmaktadır. Sunum seviyesini müşteri belirler, belirlemediği durumda seviye 3 yani garanti mektubu, numune parçalar ve bütün veriler sunulur.

Müşteri en son durumda onay verir. Tam onayda tüm şartların sağlanmış olduğu kabul edilir, geçici onayda ise parçanın belirli bir süre sevkiyatına izin verildiğini gösterir. Ret ise parçanın müşteri şartlarını karşılamadığını gösterir.

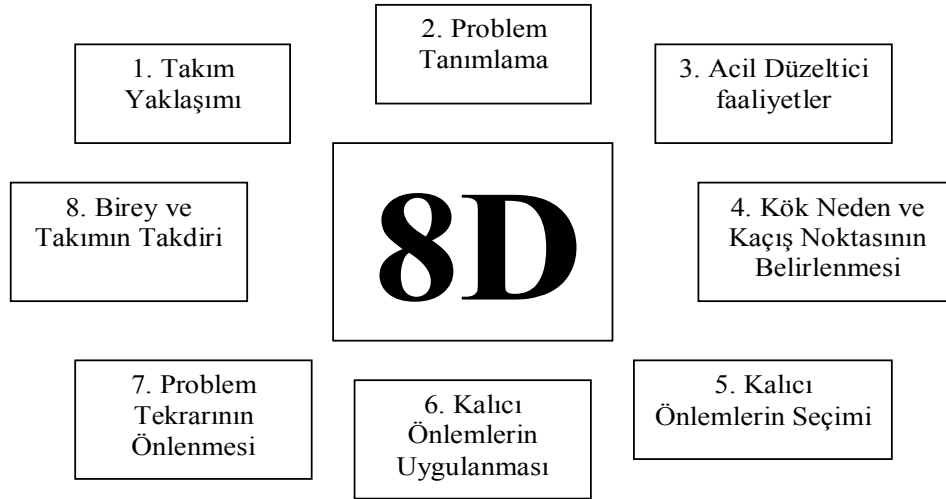
Şirkette APQP ve PPAP çalışmaları Ürün Geliştirme Süreci bünyesinde yer alan Kalite Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir.

4.5.5 İstatistiksel proses kontrol

İstatistiksel Proses Kontrol, proses kalitesinin ölçümünde ve gelişiminde istatistiksel tekniklerin uygulanmasıdır. İstatistiksel kalite kontrol; istatistiksel proses kontrolü, tespit araçlarını, numune alma planlarını ve diğer istatistiksel teknikleri içerir. Bu konuya ait daha geniş bilgi sonraki bölümde detaylı olarak verilecektir.

4.5.6 Global eight disciplines (G8D)

Takım Bazlı Problem Çözme Süreci diye de adlandırılan 8D süreci; 8 adımdan oluşan problem ele alma ve çözme sistematığıdır. Ford tarafından benimsenen 8 adımlı disiplin bugün otomotiv sanayii oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. 8 adımlı disiplinin en önemli avantajı takım çalışması prensipleri doğrultusunda çalışmanın temelinde yer almasıdır. Böylece, problem çözme sürecinde ihtiyaç duyulan farklı bakış açıları ve kuruluş içinde müşteri isteklerinin öneminin yaygınlık kazanması sağlanmaktadır. Diğer taraftan problem çözme takımının kutlanması ve takdir edilmesi; kurum içi motivasyonun sağlanması açısından önemlidir.



Şekil 4.2: 8D Yaklaşımı

8D yaklaşımının içeriği şu şekildedir;

- Giriş
- 1D - Takım Yaklaşımı
- 1D - Problem Tanımlama
- 3D - Acil Düzeltici Faaliyetler (Geçici Önlem Uygulanması)
- 4D - Kök Neden ve Kaçış Noktasının Belirlenmesi ve Doğrulanması
- 5D – Kalıcı Önlemlerin Seçimi ve Doğrulanması
- 6D - Kalıcı Önlemlerin Uygulanması ve Onaylanması
- 7D - Problem Tekrarının Önlenmesi
- 8D – Birey ve Takım Katkılarının Takdiri

4.5.6.1 Takım yaklaşımı

Problemin çözümü için ilgili bölümlerden, gerekli teknik bilgiye sahip kişilerden bir grup oluşturulması aşamasıdır. Bu grupta Lider, raportör ve zaman planlamasını yapan Zaman Yöneticisi bulunur.

4.5.6.2 Problem tanımlama

Problemin ne ile ilgili olduğunun belirlenmesi aşamasıdır. Ne, nerede, ne zaman, ne kadar vb. sorularla problemin tanımı yapılır. Problem ile ilgili veriler toplanır ve sayısallaştırılır.

4.5.6.3 Acil düzeltici faaliyetler (Geçici önlem uygulanması)

Kalıcı önlemler uygulanana kadar problemin etkisini ortadan kaldırmak için geçici önlemlerin alınması aşamasıdır. Bu önlemler probleme ve etkilerine göre uygulanır ve 2. aşamada toplanan verilere göre yönlendirilir.

4.5.6.4 Kök neden ve kaçış noktasının belirlenmesi ve doğrulanması

Problemin ortaya çıkmasına neden olabilecek kök nedenlerin tanımlanması aşamasıdır. Potansiyel kök neden, mevcut verilere dayanan ve problemin tanımını en iyi açıklayan nedendir. Kök neden ise her şekilde doğrulanmış, problemi açıklayan nedendir.

4.5.6.5 Kalıcı önlemlerin seçimi ve doğrulanması

Kök nedeni ortadan kaldıracak ve kaçış noktasını kapatacak en iyi düzeltici faaliyetin seçilmesi aşamasıdır. Bu aşamada belirlenen düzeltici faaliyetin başka problemlere yol amamasına dikkat edilir.

4.5.6.6 Kalıcı önlemlerin uygulanması ve onaylanması

5. Adımda belirlenen kalıcı önlemlerin planlanması, uygulanması, geçici önlemlerin kaldırılması ve kalıcı önlemlerin etkinliğinin kontrol edilmesi aşamasıdır. Problem nleme için kilit adımlar belirlenir. Önleme ve koruma faaliyetleri oluşturulur. Kalıcı nlemler izlenir ve amaca ulaştığı göstergeler sayesinde gözlemlenerek onaylanmalıdır.

4.5.6.7 Problem tekrarının nlenmesi

Problemin ve benzerlerinin tekrarını önlemek için imalatta, sistemde, prosedürlerde gerekli önlemlerin alınması aşamasıdır. Bu aşamada kalıcı önlemleri olumsuz etkileyebilecek kritik noktalar belirlenir ve geliştirme çalışmaları yürütülür.

4.5.6.8 Birey ve takım katkılarının takdiri

Takım çalışmasının tamamlanarak hazırlanan sunumun şampiyona yapılması, alınan derslerin anlatılması ve projenin sonucunda takım üyelerinin takdir edildiği aşamadır. şirkette yapılan 8D alışmaları müşteriden gelen şikayet tonajları belli bir limit değerini aştığında Kalite Müdürlüğü tarafından şikayetle ilgili personele görev

dağılımıyla başlar. Farklı birimlerden oluşan 8D ekipleri şikayeti inceler, kök nedenleri bulur ve ilgili geçici ve kalıcı önlemleri belirler. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Kalite Müdürü'nün başkanlığını yaptığı haftalık toplantılarda sunulur. Şirkette açılan bir 8D, müşteri şikayetlerinin bittiğini teyit ettiğinde kapatılır.

5. KALİTE İYİLEŞTİRMEDE YAPAY ZEKA TEKNİKLERİNİN VE İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROLÜN KULLANIMI

Son yıllarda teknoloji geliştikçe prosesler daha karmaşık hale gelmekte ve proseslerde oluşan problemlerin çözümleri daha zorlaşmaktadır. Bu gibi çok amaçlı ve çok kriterli problemler olarak ele alındığında bu tip problemlerin çözümü için hesaplama olarak uygun hızlı tekniklerin sezgisel kurallar kullanılarak geliştirilmesi gerekir. Bu yüzden bilgisayar teknolojisinin gelişimiyle paralel olarak birçok problemin çözümünde günümüzde yapay zeka teknikleri adı verilen ileri problem çözme teknikleri kullanılmaktadır.

Yapay zekâ teknikleri ile oluşturulan sistemler sayesinde işlemler daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Böylece işletmeler için önemli olan zaman faktöründen de kazanım sağlanmaktadır. Kalite kontrol alanında da bu teknikler kullanılmaya başlanmıştır (Kaya ve diğ., 2005). Bu teknikler (bulanık mantık, yapay sinir ağları, genetik algoritma, uzman sistemler) birçok disiplinde uygulama alanı bulmuştur. Yapay zeka teknikleri, özellikle çözümü lineer olmayan ve matematiksel olarak modellenmesi güç olan ya da modellenemeyen problemlerde çok etkilidir (Akdoğan, 2002). Bu tekniklerden “Bulanık mantık” belirsizliklerin modellenmesi tabanlı çalışmakta, “Yapay sinir ağları” ise problem çözümünde biyolojik nöron modeli esas alınarak oluşturulan yapay nöron modeli üzerine geliştirilen algoritmaları kullanmaktadır. “Genetik algoritma” stokastik bir tarama algoritmasıdır. “Uzman sistemler” ise bilgi ve tecrübeleri model alan bir yöntem olarak bilinmektedir. Bir uzman sistemin performansı, bilgi tabanının etkililiği ile doğru orantılıdır.

Diğer taraftan firmalarda teknoloji gelişiminin getirdiği artan rekabetle birlikte önem kazanan sürekli iyileştirme, üretimde kalitenin de devamlı olarak az maliyetle daha iyi olmasını gerektirmektedir. Bu amaçla kullanılan diğer bir teknik de İstatistiksel Proses Kontrol (İPK)’dür. İPK’nın kullanılması prosesi geliştirmek, sistemi oluşacak hatalardan korumak ve kaliteyi iyileştirmek için kullanılan iyi yöntemlerden bir

tanesisidir. Kaliteli ürünlerin üretilmesinde İstatistiksel Proses Kontrol'ün önemi büyüktür. Bu yöntemle daha önce de kısaca belirtildiği gibi karmaşık süreçler analiz edilir, darboğaz yaratan noktalar belirlenir ve uygun yerlerde uygun iyileştirme çalışmaları başlatılır. Böylelikle kaliteye olumsuz etkisi olan faktörler ortadan kaldırılarak daha kaliteli ürünler üretilir. Çünkü kaliteli ürün demek, hataya neden olan değişkenliğin olmadığı veya en az olduğu ürün demektir.

Kalite iyileştirme alanında bu sezgisel yöntemler ve İstatistiksel Proses kontrol'ün birçok uygulamaları mevcuttur. Pek çok kalite probleminde öncelikle amaca bağlı olarak kullanılan teknik ve getiriler farklı olmaktadır. Örneğin bu iyileştirme çalışmalarında İPK'nın temel amacı prosesi kontrol altına alarak hataları önlemektir. Bu amaçla numune alma şekline ve periyoduna göre değişen kontrol diyagramları çizilir, proses yeterlilikleri hesaplanır ve tüm bunlarla yapılan proses analizi sonucunda da uygun iyileştirme aksiyonları başlatılır. Bununla birlikte kullanılan yapay zeka teknikleri de karmaşık proses problemlerinin çözümlerinde kullanıcılara büyük faydalar sağlamaktadır.

Kullanılan yapay sinir ağlarıyla İPK ile çizilebilen kontrol diyagramlarındaki şekiller tanımlanabilir, üründeki yabancı maddeler belirlenebilir ayrıca prosesin ileriki zamanlarda kontrol dışına çıkıp çıkmayacağına dair tahminler yürütülebilir. Genetik algoritma, yapılan kalite kontrol ve iyileştirme çalışmalarında üretim proseslerini ve kalite modellerini en etkin şekilde ortaya koyabilmek, optimum kaliteyi sağlayacak kritik proses parametrelerinin belirlemek, en uygun tasarım parametrelerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Belirli bir konuda bir tek o konu üzerinde uzmanlaşmış ve o konu hakkında çözümler üretebilen bilgisayar programları olan uzman sistemler, kalite iyileştirmede geliştirilmiş modüller yardımıyla kontrol diyagramlarını analiz edip yorumlamak, ayrıca prosesi izleme ve kalite güvence çalışmalarında sistem yeterliliklerini ve davranışlarını kontrol etme, kaynak planlama vs gibi çalışmalarda kullanılmıştır.

Üretimde İPK'nın kullanılması prosesi geliştirmek, sistemi oluşacak hatalardan korumak ve kaliteyi iyileştirmek için kullanılan iyi yöntemlerden bir tanesidir. Kaliteli ürünlerin üretilmesinde İstatistiksel Proses Kontrol'ün önemi büyüktür. Bu

yöntemle karmaşık süreçler analiz edilir, darboğaz yaratan noktalar belirlenir ve uygun yerlerde uygun iyileştirme çalışmaları başlatılır. Böylelikle kaliteye olumsuz etkisi olan faktörler ortadan kaldırılarak daha kaliteli ürünler üretilir. Çünkü kaliteli ürün demek, hataya neden olan değişkenliğin olmadığı veya en az olduğu ürün demektir.

İPK' da amaç değişimin özel nedenlerini ortadan kaldırarak prosesi kontrol altında tutmaktır (Durman ve Pakdil, 2005) . Yani hatalar oluşmadan önlem almak, böylece kayıpları ve yeniden işleme maliyetlerini ortadan kaldırarak proseste sürekli bir iyileşme sağlanacaktır.

Kalite iyileştirme konusunda bu çalışmada İstatistiksel Proses Kontrol yöntemiyle birlikte kullanılacak olan Bulanık Mantık yöntemi de özellikle proseslerde bulunan belirsizliklerin ortadan kaldırılması konusunda çalışmalara ışık tutmuştur.

5.1 İstatistiksel Proses Kontrol ve Yapay Zeka Tekniklerinin Kalite İyileştirmede Kullanımı İle İlgili Literatür Taraması

S. Chang ve Aw C. A. (1996) proses ortalamasındaki değişimleri sinirsel bulanık kontrol grafikleriyle incelemiş ve bu grafiklerin geleneksel X-Bar grafiklerinden daha kullanışlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Bununla birlikte Zhou (1998) bulanık mantık yöntemini QFD ile birlikte inceleyerek analiz etmiş ve geliştirmiştir.

S. I. Chang ve E. S. Ho (1999) proseste oluşan varyans değişiklikleri göstermek ve değişiklik büyüklüklerini belirlemek amacıyla bulanık mantık yaklaşımını kullanmıştır. Bulanık mantık ile elde edilen sonuçlar proses kontrol grafikleri ile kıyaslanmıştır ve bulanık mantık yönteminin varyans büyüklüğünü ölçmede iyi bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

El-Shal, S.M. Morris, A.S. (2000) yaptıkları çalışmada endüstriyel üretim proseslerinde hata önleme amaçlı kullanılan istatistiksel proses kontrolün performansını artırmak için bulanık mantık yöntemini kullanmışlardır.

Ruey-Shiang Guh (2002) kontrol çizelgelerinin normal dağılımı ifade ettiğinden hareket ederek, non-normalliğin (normal dağılım dışında olmanın) bulanık ağ tabanlı kontrol çizelgelerinin performansını nasıl etkilediği üzerinde çalışmıştır. Buna göre non-normallik dağılımın yamukluk ve basıklığı ile belirtilmiş ve sayısal sonuçlar sonunda bulanık ağ tabanlı kontrol çizelgelerinin doğruluk ve hız açısından normal olmayan dağılımlarda da iyi olduğu sonucuna varmıştır.

J. D. T. Tannock (2003), kritik değişken karakteristiklerine sahip üretim proseslerinin kontrol durumu belirlemek amacıyla basit bir yöntem oluşturmuştur. Bu yöntemde kullanılan bulanık mantık yaklaşımında kontrol altında olma durumu, merkezlenmiş küme ve rasgele küme adı altında iki küme bilgisiyyle ifade edilmiştir. Bu kümelerdeki üyelik değerlerinin dereceleri ve ilgili sonuçlar açıklanmış ve yöntem geleneksel yöntemlerle karşılaştırılmıştır.

Zorriassatine ve arkadaşları (2003), yapay sinir ağları tekniğini, çok değişkenli istatistiksel proses kontrolünün raporlayamadığı bir uygulamada kullanmışlardır.

Tai-Yue Wang ve Long-Hui Chen (2004) yaptıkları çalışmada, çok değişkenli proseslerde oluşan ortalama değişkenliklerini ortaya çıkarmak ve bunları büyüklüklerine göre sınıflamak amacıyla nöral-bulanık modeli kullanmışlardır. Bu çalışmada kullanılan eğitim ve sınıflandırma modelleri hakkında bilgiler verilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.

D. Stewart, S. H. Cheraghi ve D. Malzahn (2004), büyük üretim sistemlerindeki hataları ve değişkenlikleri minimize edebilmek ve ortadan kaldırmak amacıyla proses uzmanlık bilgilerini ve üretimden kolaylıkla elde edilen bilgileri kullanarak bulanık hata önleme sistemi (FDAS-Fuzzy Defect Avoidance System) geliştirmişlerdir.

Bunun yanında yapay sinir ağılarıyla ilgili olarak K. Xu ve Sh Ng (2004) yarı iletken ve metal endüstrisinde proses kalitesini modellemek ve kalite iyileştirmek amacıyla zaman serisi analizinde yapay sinir ağlarını kullanmışlar ve sonuçta yöntemin bu alanda yapılan iyileştirmelerde olumlu sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

Nababan, E.B. Hamdan, A.R. Hasan, M.K. Mohamed, H. (2004) istatistiksel Proses Kontrol'e karar verirken olasılık ve bulanık küme fonksiyonlarının kullanımına ilişkin bilgiler vermişlerdir. Buna göre, üretimde oluşan belirsizliklerin oluşturduğu kontrol dışı durum olasılıkları %25 olduğunda olasılık yüksek olarak değerlendirilirken, aynı toleransla oluşan %23'lük değer düşük olarak ifade edildiği için ortaya çıkan olumsuz durum, bulanık küme fonksiyonu yöntemiyle ele alınmıştır.

Yine Shi X.; Schillings P. ve Boyd D. (2004) baskı devre kartı üretim ve kimyasal üretim proseslerinde deney tasarımı ve yapay sinir ağları yöntemlerini birlikte kullanarak iyileştirme çalışmaları yapmışlardır.

Ayrıca Pacella M. , Semeraro Q. ve Anglani A. (2004) bulanık mantıkta kullanılan ART(Adaptive Resonance Theory) yöntemini on-line proseslerde uygulayarak farklı yöntemlerle karşılaştırmışlardır.

İhsan Kaya, Şerife Gözen ve Orhan Engin (2004) veri analizi, tahmin, yorumlama, hata teşhisi gibi pek çok kalite kontrol problemi için uzman sistemlerin kullanımından bahsetmiş ve uzman sistemlerle birlikte kalite kontrol faaliyetlerinin daha etkin şekilde uygulanmakta olduğunu ve kontrol süreleri minimize edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Yuniarto M. N. ve Labib A. W. (2005) üretim sistemlerinde güvensiz çalışan makineleri kontrol etme amacıyla bulanık mantığa bağlı bir sistemin kurulması, geliştirilmesi ve doğrulanması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada ortaya konulan bulanık mantık denetleyicisi iki altkümüsi olan bir sistematik şekilde kurulmuştur. Bunlardan birincisi, sipariş için mi yoksa stok için mi üretim yapılacağına kararının verilmesine diğeri ise üretim yapılacak miktar oranını belirleyecek bir bulanık kontrol uygulamasıdır. Bu uygulama sonucunda bulanık

kontrol uygulamasının optimal kontrol uygulamasından daha kesin sonuçlar verdiği görülmüştür.

İhsan Kaya, Selda Oktay ve Orhan Engin (2005) desen tanıma, sınıflandırma ve tahmin gibi birçok kalite probleminde yapay sinir ağlarının kullanımı konusunda çalışma yapmışlar, bu yöntemin uygulamadaki avantaj ve dezavantajları hakkında bilgiler vermişlerdir.

Chi-Bin Cheng (2005) bir grup uzmandan elde edilmiş subjektif kalite oranlarıyla oluşturulmuş bulanık çıktı değerleri olan bir proses için çizilmiş bulanık kontrol grafiklerinin yapısından bahsetmektedir. Oluşturulan bulanık proses kontrol yapısının on-line ve off-line aşamaları bulunmaktadır. Bu off-line aşamasında uzmanlar kalite oranlarını sayısal bir dereceyi baz alarak üretimle ilişkilendirmekte, on-line'da ise üretim boyutları ölçülmekte ve bulanık kalite oranlarını belirlemek için ölçülen boyutları plana aktararak uzman hükümlerini otomatikleştirmek için bir bulanık regresyon modeli geliştirmiştir.

Renato Coppia, Maria A. Gilb. ve Henk A.L. Kiersc (2006) bulanık küme teorisi ve istatistiğin objektif verilerle birlikte bulanık verileri de içeren yeni data analiz problemlerinin çözümü, rasgelelik ve bulanıklık ifade eden veriler için iyi şekillenmiş modeller oluşturmak, bulanıklık ifade eden veriler için tekli veya çoklu istatistiksel metodolojiler geliştirmek ve bulanık olmayan verilerin olduğu geleneksel istatistiksel problemlerin çözümüne yardımcı olmak amacıyla bir araya geldiğini ifade ederek bu konularla ilgili genel bilgiler vermişlerdir.

Massimo Pacella ve Quirico Semeraro (2007) üretimdeki otomasyonun artmasıyla gün geçtikçe daha da önem kazanan otokorelasyonlu verileri kullanarak proses kalitesinin iyileştirmesinde tekrarlı sinir ağlarının ve klasik kontrol grafiklerinin karşılaştırmalarını yapmışlar ve sonuçta tekrarlı sinir ağlarının bu kalite iyileştirmesinde daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir.

5.2 İstatistiksel Proses Kontrol ve Bulanık Mantık Hakkında Genel Bilgiler

Çalışmanın uygulama kısmında kullanılacak yöntemler olan istatistiksel proses kontrol ve bulanık mantık hakkında genel bilgiler vermek gerekirse, bu bilgiler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

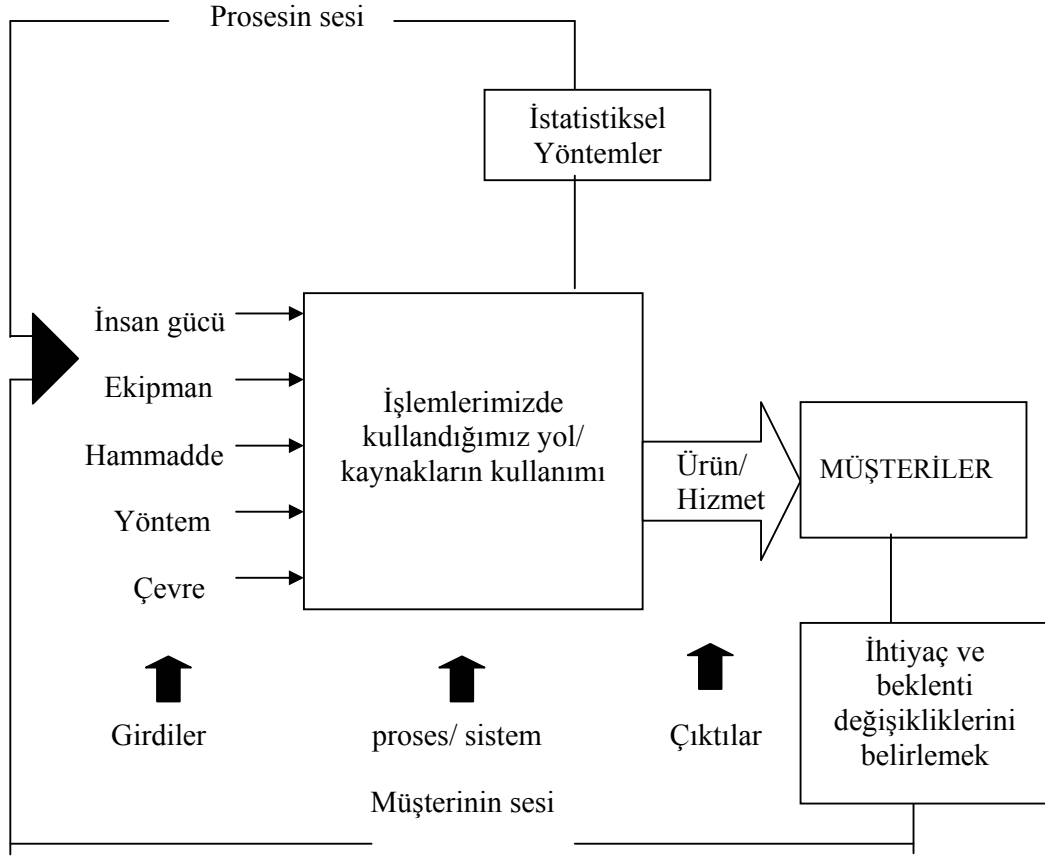
5.2.1 İstatistiksel proses kontrol (İPK) nedir?

İstatistiksel proses kontrol (İPK) bir ürünün en ekonomik ve yararlı bir şekilde üretilmesi amacıyla veri toplamak, bunları analiz ederek yorumlamak ve problemlere çözüm yolları önermek üzere istatistiksel tekniklerin üretimin tüm aşamalarında kullanılmasıdır.

İPK üretimin, önceden belirlenmiş kalite spesifikasyonlarına uygunluğunu sağlayan, standartlara bağlılığı hedef alan, uygun olmayan ürün üretimini en aza indirmekte kullanılan bir araçtır. İPK, spesifikasyonların, üretimin ve denetimin fonksiyonlarıyla ilgili kararların etkilerini ortaya koyan araçlardan biridir (Grant, 1964). Böylece düzeltici ve önleyici faaliyetlerin başlatılabilmesi için verilere dayalı karar verme olanağı sağlar.

Başarılı bir İPK çalışması için, işletme içerisindeki en üst seviyedeki yöneticiden en alt kademedeki kişiye kadar kalite bilincinin bulunması ve kalite politikasındaki taahhütlerin karşılanması gerekmektedir. Sistemin amacı, prosesteki değişimleri azaltarak ürün ve hizmetlerdeki iyileştirmeleri sağlayabilmektir (Öner, 2002).

İPK, bir prosesi sürekli denetleme ve prosesteki değişkenliği kontrol altına almada kullanılan bir kalite kontrol metodudur (Durman ve Pakdil, 2005). Müşteri şartlarının yerine getirilip getirilmediğine ve sürecin kendi ürettiği değişkenlik sınırları içinde olup olmadığına karar vermede bir araç olarak kullanılmaktadır. İPK sürecin kontrol altında olup olmadığını tespit eder, ancak sürecin kontrol dışı olmasına ait nedenleri ortaya koyamaz. Bu noktada İPK, bir uyarı sistemi olarak çalışmaktadır. Sürecin gerek “merkezi konumu” gerekse “yayılmı” açısından kontrol altında olup olmaması istatistiki hipotez testi olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.



Şekil 5.1 Geri bildirimli proses kontrol sistemi (Ford, 1995)

5.2.2 Değişkenlik kavramı ve nedenleri

Bütün prosesler; Makine, Takım, Yöntem, Malzeme, Operatör, Bakım ve Çevre şartlarından kaynaklanan değişime uğrarlar. Hiçbir zaman iki ürün veya ürünün herhangi bir özelliği aynı olamaz. İşlenen parçaların ölçüleri/ özellikleri arasında küçük de olsa mutlaka birbirine göre fark vardır. Bu durum spesifikasyonların niçin toleransları olduğunu açıklar.

5.2.1.1 Genel sebepler: Birçok küçük kaynaktan oluşan ve her processte tesadüfi olarak her an değişik seviyelerde bulunan bu değişimler önceden tahmin edilebilir. Ancak, bu değişimlerin tespit edilmesi ve düzeltilmesi zordur. Bununla birlikte processteki özel sebepler elimine edildikten sonra, zamanla genel sebepler sabit bir dağılım gösterdiklerinden bu sebeplerin de azaltılması yoluna gidilmelidir.

Örnek: Titreşim, Sıcaklık, nem, gerilim dalgalanması vb.

5.2.2.2 Özel sebepler: Değişimin özel sebepleri belirsiz bir kaynaktan oluşur, önceden tahmin edilemez ve düzenli değildir. Önlem almadıkça tekrar ederler. Özel sebeplerin ne zaman ortaya çıktığı bilinirse kolaylıkla tespit edilip ve düzeltilebilir.

Örnek: Takım kırılması, takım aşınması, gevşek bağlantılar, tezgah boşlukları, yatak aşınmaları, malzeme cinsleri, tecrübesiz operatör vb.

5.2.3 İstatistiksel proses kontrolün amacı

Amaç, değişimin özel sebeplerini ortadan kaldırarak prosesi kontrol altında tutmaktır. Kontrol altındaki bir proses, değişkenliğin özel nedenleri ortadan kaldırıldığında, sürekli olarak kendi doğal limitleri içinde ürünler üretir.

Proses, istatistiksel olarak kontrol altında ve sürekli olarak kendi doğal toleransı içinde ürünler üretiyor ise prosesin yeterliliğinin belirlenmesi için doğal toleranslar spesifikasyon toleransları ile karşılaştırılmalıdır.

5.2.4 İstatistiksel proses kontrolün yararları

İstatistiksel Proses Kontrol'ün sağladığı faydalar şöyle özetlenebilir;

- Önceden belirlemeye imkan sağlar,
- Üründeki değişkenlikler azalır,
- Ürün kalitesi gelişir,
- Hurda oranı azalır,
- Etkin kapasite kullanımı artar,
- Birim maliyet düşer,
- Kontrol faaliyetleri azalır,
- Kalitesizlik maliyetleri düşer,
- Makine / Proses yeterliliğinin izlenmesine imkan sağlar,
- Düzeltici ve önleyici faaliyet ihtiyaçlarını belirler.

5.2.5 Veri toplama ve analizi

Kalite sistemlerinde veri toplanmalı ve analiz edilmelidir. Kalite problemleri ile ilgili olarak istatistik teknikleri kullanmadan önce verilerin doğru olarak toplanması gerekir. Gerçek verilere dayanmayan fikirler ve kişisel görüşler kalitenin geliştirilmesinde başlangıç noktası olamazlar. Uygun yöntemlerle toplanan veriler toplandığı şekliyle kaldığı takdirde rakam yığınınından öteye gidemez ve prosesteki değişimler anlaşılabilir. Dolayısıyla toplanan verilerin tasnifi, değerlendirilmesi ve amaca uygun bir şekilde ifadesi gereklidir.

5.2.5.1 Başlıca veri çeşitleri

Veri çeşitleri 2'ye ayrılır:

- **Nicel veriler:** Sayılabilir, ölçülebilir özellikteki verilerdir.

Ör: (boy uzunluğu, ağırlık v.b.)

- **Nitel veriler:** Nitelik belirten verilerdir. Ör:(cinsiyet, tabiyet v.b.)

Ölçerek: Uzunluk, Sıcaklık, ağırlık, yoğunluk

Sayarak: Üretilen konserve adedi, bozuk olarak reddedilen parti adedi

Okuyarak: Skor, notlar, raporlar vb. veri toplanır.

5.2.5.2 Veri toplama nedenleri

Veri toplamada amaç, mevcut durumu tespit etmek, prosesi kontrol altında tutmak ve iyileştirmek, ezbere değil verilere dayanarak, izleme ölçme neticesinde karar verebilmek ve sürekli iyileşmenin sonuçlarını ortaya koyabilmektir. Veriler doğru sorular belirlenip bu sorulara doğru cevapları elde ettiğimizde sağlıklı bir şekilde toplanmış olur. Bundan sonra da veri toplama prosesi denetlenerek veriler doğrulanarak kayıt altına alınır.

5.2.6 İstatistiksel proses kontrolde kullanılan teknikler

İPK uygulamasında kullanılan teknikler şu şekildedir;

- **Histogram**

Histogram, ölçülebilen bir özelliikle ilgili yapılan bir incelemede ölçülen değerlerin dağılımını gösteren bir çubuk grafiğidir. Histogram üzerinde alt ve üst spesifikasyon limitlerinin belirlenmesiyle kabul ve reddedilen üretim miktarlarının yanında dağılımını normal olup olmadığı da görülebilmektedir. Ayrıca iki farklı üretim veya firmanın karşılaştırılmasında da kullanılan etkin bir yöntemdir.

Histogramlar, ölçüm değerlerinin dağılımını gösteren ve bu dağılımın standart limitlerine göre durumunu belirten bir çubuk diyagram kartlarıdır. Histogramları oluşturan dikdörtgenlerin taban genişlikleri sınıf aralıklarına eşit, alanları ise frekansları ile doğru orantılıdır. Histogramda belirli bir ölçünün kendi içerisindeki dağılımı gösterilir (Çetin ve diğ., 2001).

İmalattan çıkan ürünlerin kalite karakteristikleri hep aynı sonuçları vermez. Muayene veya ölçüm sonuçları birbirine yakın da olsa aralarında farklılık vardır. Ürünlerin kalite karakteristiklerinin spesifikasyonlara uygunluğunun ve dağılımının kolaylıkla görülebilmesi için histogram uygundur fakat 50'den az sayıdaki örnek grupları için gerçek dağılım hakkında yanlış bilgi verebileceğinden uygun bir araç olmayabilir

Sınıf Aralığı=Range (R) / Sınıf Sayısı veya Sınıf Sayısı= Range (R) / Sınıf Aralığı

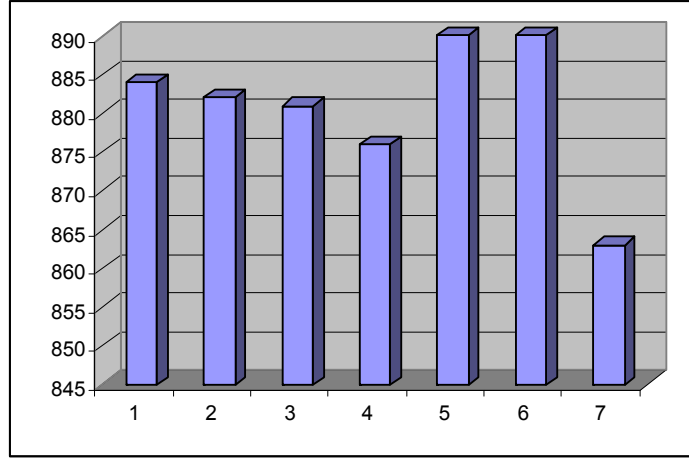
Pratik olarak sınıf sayısı verilerin karekökü alınarak da bulunabilir. Aşağıda veri sayısına isabet eden sınıf sayıları verilmiştir (Işık, 2006);

<u>Veri Sayısı</u>	<u>Sınıf Sayısı</u>
50'den az	5-7
50-100	6-10
100-250	7-12
250 ve üzeri	10-20

- **Histogram oluşturma adımları**

Histogram çizilirken aşağıdaki sıra izlenir.

1. Veri sayısı belirlenir.
2. Aralık belirlenir. Bunun için verilerdeki en büyük ve en küçük sayı arasındaki fark alınır.
3. Sınıf sayısı belirlenir.
4. Sınıf genişliğı belirlenir. Sınıf genişliğı denilen aralık değerinin sınıf sayısına oranıdır.
5. Sınıf sınırları belirlenir. Bunun için de en küçük değerden başlanarak sınıf genişliğı değeri eklenerek en büyük sayıya kadar olan sınırlar belirlenir.
6. Bu sınır değerlere göre histogram çizilir. Alt ve üst spesifikasyon değerleri ve nominal değer mutlaka gösterilmelidir. Çubuklar çizilerek histogram çizimi tamamlanmış olur.



şekil 5.2 Histogram Örneği

5.2.7 Makine ve proses yeterlilikleri

Yapılan istatistiksel çalışmalarında prosesin veya makinanın yeterliliğini ölçmek için yapılan analiz çalışmalarına denir.

5.2.7.1 Makine yeterliliği

Makine Yeterlilik Analizi, kısa bir süre içinde, aynı proses şartlarında kullanılan makinelerin kabiliyeti ve varsa değişimleri ortaya çıkarmak amacıyla kullanılmaktadır. Makine yeterliliği, üretilen üründen sürekli olarak az sayıda numune alınıp, bunlar ölçülerek ve temel istatistik uygulanarak incelenebilir. Bu analiz, makine satın alımında, mevcut makine yeterlilik tespitlerinde, yıpranmaların izlenmesinde, önleyici bakım faaliyetlerinin başlatılmasında kullanılır. Makine yeterliliği hesaplanırken şu sıra izlenir.

- Kesintisiz bir ortamda, aynı kişi tarafından, aynı metot, cihaz ve şartlarda en az 50 numune alınır.
- Ölçüm cihazının toleransının 1/10 hassasiyetinde olmasına dikkat edilir.
- Ölçüm sonuçları forma kaydedilir. Dağılım eğer normal değilse özel nedenler belirlenerek ortadan kaldırılır ve işlemler tekrarlanır.
- Standart sapma (σ) hesaplanır.
- Yeterlilik indisleri hesaplanır. Bu yeterlilik katsayıları hedeflenen veya müşteri tarafından istenen değerlerden büyük olmalıdır.

Makine yeterlilik indisleri (Cm, Cmk)

Cm ve Cmk makine yeterlilik katsayısını hesaplayarak dağılımın konumu hakkında bilgi sağlar. Makine yeterlilik indislerinden küçük olan değerlendirilir. Makinenin yeterli olması için indis minimum 1 olmalıdır. Ancak birçok dokümanda prosesin zaman içindeki muhtemel sapmaları da dikkate alınarak bu oran 1,33 verilmektedir.

ÜSL: Üst spesifikasyon limiti

σ : Standart sapma

ASL: Alt spesifikasyon limiti

n: Örnek sayısı

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (5.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (5.2)$$

$$Cm = \frac{USL - ASL}{6\sigma} \quad (5.3)$$

$$Cmk = \min\left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - ASL}{3\sigma}\right) \quad (5.4)$$

5.2.7.2 Proses yeterliliği

Normal koşullar altında üretim prosesinin değişkenliğidir. Proses Yeterlilik Analizi, proses yeterlilik indisleri (Cp ve Cpk) ile bir proste, sistemden kaynaklanan değişimlerin olup olmadığını ve prosesin üretim toleranslarını karşılayıp karşılamadığını göstermek üzere kullanılmaktadır (Işık, 2006). Proses yeterliliği hesaplanırken şu sıra izlenir.

- Üretim toleransları belirlenir,
- Alt grup numune büyüklüğünü belirlenir,
- Numune alma frekansı belirlenir,
- Her bir alt grup için \bar{X} ve R hesaplanır,
- Standart sapma (σ) hesaplanır,
- Yeterlilik indisleri hesaplanır

Proses yeterlilik indisleri (Cp, Cpk)

Cp ve Cpk proses yeterlilik katsayısını hesaplayarak dağılımın konumu hakkında bilgi sağlar. Prosesin yeterli olması için **Cp ve Cpk $\geq 1,33$** olmalıdır. Otomotiv üreten firmaların istediği değer genellikle **Cp ve Cpk $\geq 1,67$** 'dir. Pp, Ppk, Cp ve Cpk değerleri hedeflenen veya müşteri istek değerinden büyük bir değer almalıdır.

Pp: Proses performansı

ASL: Alt spesifikasyon limiti

Cp, Cpk: Proses yeterlilik indisleri

σ : Standart sapma

ÜSL: Üst spesifikasyon limiti

$$C_p = P_p = \frac{USL - ASL}{6\sigma} \quad (5.5)$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - ASL}{3\sigma}\right) \quad (5.6)$$

Tablo 5.1 Cp ve Cpk İndislerinin Karar Noktaları (Durman ve Pakdil, 2005)

$C_p > 1,33$	Proses yeterliliği yeterli
$1 < C_p < 1,33$	Proses marjinal olarak yeterli, daha yakından izlenmelidir.
$C_p < 1$	Proses yeterliliği yetersiz (Proses değişkenliğinin azalması gerekli)
$C_{pk} > 1,33$	Proses şartname limitlerini karşılıyor
$1 < C_{pk} < 1,33$	Proses marjinal olarak şartname limitlerini karşılıyor. Proses ortalaması hedeften uzaklaştıkça prosesin hata yüzdesi artabilir.
$C_{pk} < 1$	Proses şartname limitlerini karşılamıyor. Proses ortalaması hedef değerden uzakta.

Bu tabloda Cp ve Cpk değerlerinin hangi aralıklarda ne ifade ettikleri görülmektedir. Buna göre, Cp değerinin 1,33'ten büyük olması ölçülen proses yeterliliğinin yeterli olduğu, yani proseste büyük bir değişkenliğin olmadığı anlamına gelmektedir. 1–1,33 arasında olması prosesin yeterli kabul edilebileceği fakat daha iyi olması için gerekli iyileştirme faaliyetlerine başlanması gerektiğini gösterir. 1'den düşük olması ise prosesin yetersiz olduğunu, yeterli olması için acilen proses değişkenliklerini azaltmak gerektiğini ifade eder.

Cpk değerinin 1,33'ten büyük olması, proses şartname limitleri için yeterli olduğunu gösterir. 1–1,33 arası da limitlerin marjinal olarak yeterli olduğunu fakat proses ortalamasının hedeften uzaklaşmasıyla hata yüzdesinin ve değişkenliklerin artabileceği anlamına gelmektedir. 1'den küçük olması ise proses ortalamasının hedef değerden uzak olduğu istenmeyen durumu göstermektedir. Daha önce de belirtildiği gibi otomotiv firmalarının tedarikçilerinden istedikleri Cp ve Cpk değerleri ise 1,33 ten bile daha yüksek olan 1,67'dir.

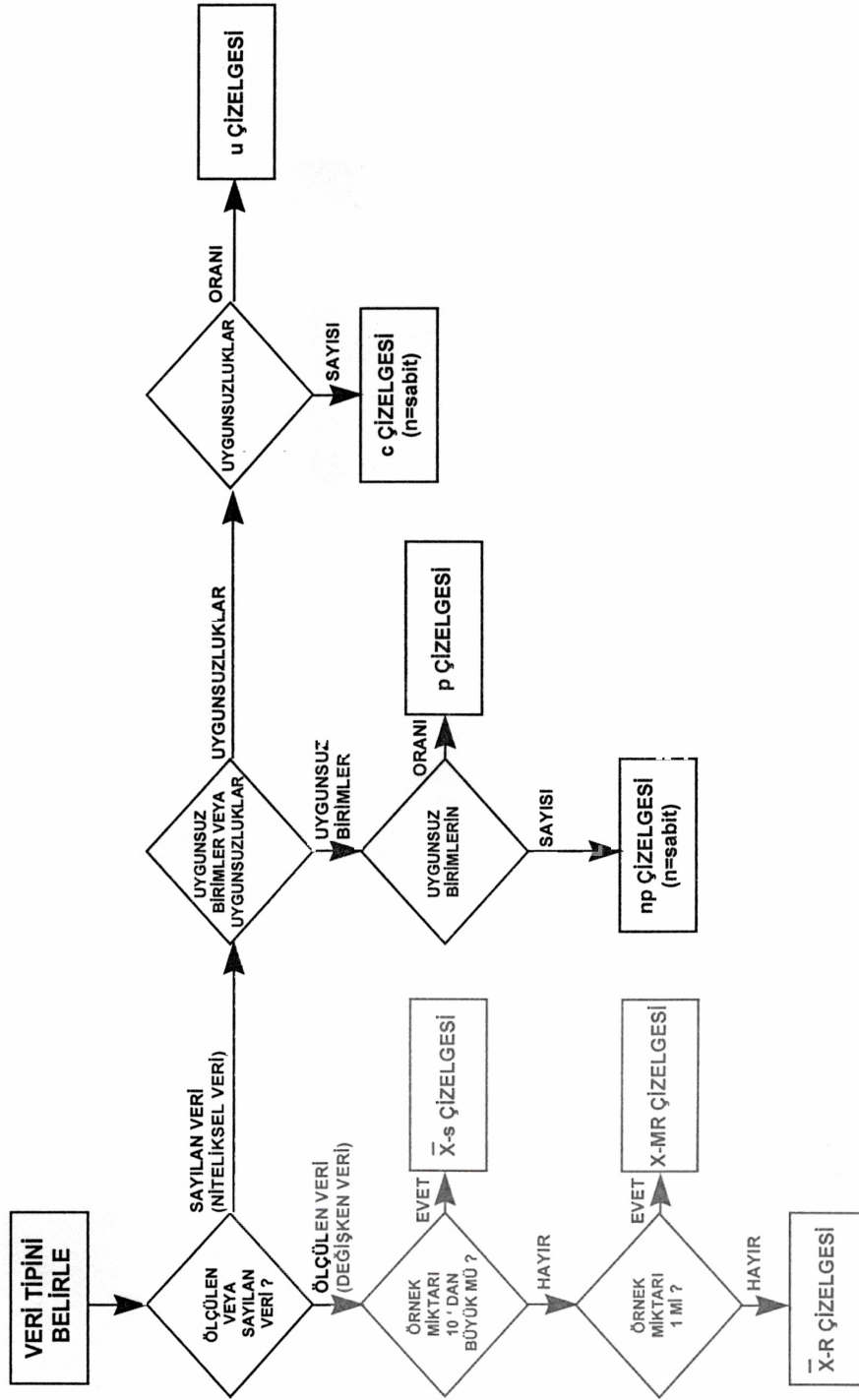
5.2.7.3 Proses kontrol çizelgeleri

Üretimden belirli ve eşit zaman aralıklarında alınan örneklerden elde edilen ölçüm değerlerinin zaman içerisindeki değişimlerin gösterildiği grafiklere “kontrol grafikleri” denir. Bir kontrol grafiği esas olarak üç çizgi ihtiva eder. Bunlar: “Orta Çizgi”, “Üst Kontrol Sınırı” ve “Alt Kontrol Sınırı”dır (Bircan ve Gedik, 2003). Bu grafikler istenilen nitelik ve nicelikte ürün üretebilmek veya hizmet verebilmek için prosesin istatistiksel olarak (niceliksel verilerde ölçülebilir veya niteliksel verilerde sayılabilir olmasına göre) kontrol ve analiz edilmesinde kullanılmaktadır. Genel olarak kullanım amaçlarını şöyle sıralayabiliriz.

- Prosesi izleyerek performansını iyileştirmek,
- Proseste oluşan değişimin özel nedenlerini anında saptayarak önlemlerin alınmasını sağlamak,
- Prosesin limit değerlerini belirlemek,
- Prosesi kontrol altında tutarak devamlı iyileştirme olanağı sağlamak.

Kontrol edilemeyen varyasyon zaman içinde tutarsız bir görünüm sergiler. Dolayısıyla ileride ne olacağı öngörülemez (Baray, 2006). Bu yüzden üretimde tasarım aşamasında kalite spesifikasyonları için belirli kurallara göre tolerans limitleri belirlenmektedir. Belirlenen limitler arasında prosesin değişim göstermesi normaldir. Bu değişimler limitleri aşarsa nedenleri araştırılmalı ve prosesin tekrar kontrol altına alınabilmesi için düzeltici faaliyetler yapılmalıdır. Kontrol çizelgeleri problemin varlığını gösterir, problemlerin nedenlerini göstermez. Problemin genel veya özel faktör olup olmadığı araştırılmalıdır. Örneğin, bir parçasının işlenmesinde duyarlılığını etkileyen hava sıcaklığı, işçinin dikkati ve ustalığı, aydınlatma, titreşim gibi faktörler tesadüfi olarak ortaya çıkarak sonradan düzelen şans faktörleridir. Ancak imalat yönteminin eksik veya yanlış uygulanması, takım aşınması, makine ayarı, tezgah duyarlılığının bozulması gibi faktörler ise özel faktörlerdir ve hemen düzeltilmediği, proses kontrol alınmadığı takdirde çok büyük hata ve sonucunda masraf doğururlar. Aşağıda kontrol çizelgelerinin seçiminde kullanılan tablo görülmektedir.

Tablo 5.2: Kontrol çizelgesi seçimi akış diyagramı (Işık, 2006)



- **Değişken (Niceliksel) kontrol çizelgeleri**

Kalite karakteristiklerinin ölçülebildiği (ağırlık, uzunluk, çap gibi), durumlarda kullanılır. Numune sayısı (n) göre 3 çeşit çizelge kullanılmaktadır.

- $X - MR$ $n=1$ (Günde, vardiyada, saatte vs. bir kerelik numune alınıyorsa)
- $X - R$ $1 < n < 10$ (Numune sayısı 1 ile 10 arasında ise)
- $X - s$ $10 \leq n$ (sanayide çok tercih edilen bir çizelge çeşidi değildir)

5.2.7.3.1. X- MR proses kontrol çizelgeleri

X-MR çizelgeleri tek tek alınan ölçümlerin olduğu proseslerde kullanılır. Örneğin, günde 1, vardiyada 1 veya saatte 1 alınan ölçümlerde bu çizelge çeşidi kullanılır. Kısa süreli üretimler, özel proses testleri, tahribatlı deneyler kullanım alanlarıdır. X-Mr çizelgesinin oluşturulma adımları şu şekildedir;

1. Tekil ölçüm verileri sırayla kaydedilir. (X değerleri)
2. Kaydedilen verilerin hareketli ortalamaları alınır. Hareketli aralık, her defasında ilk değer düşülmesinden sonra örnek verileri arasındaki farktır. Genellikle bu işlemlerde $n=2$ şeklinde hareketli ortalama alınır. Bu değer MR değeri olarak adlandırılır.
3. Daha sonra yazılan değerlerin X ve MR ortalamaları bulunur. Bu da tüm X ve MR toplamlarının k =ölçüm sayısına bölünmesiyle bulunur.
4. Kontrol limitleri hesaplanır.

$$UKL_X = X_{ort} + E_2 MR_{ort} \quad (5.7)$$

(E_2 değeri hareketli ortalama alınmış n değerine göre belirlenen sabit bir değerdir)

$$AKL_X = X_{ort} - E_2 MR_{ort} \quad (5.8)$$

$$UKL_{MR} = D_4 MR_{ort} \quad (5.9)$$

$AKL_{MR} = D_3 MR_{ort}$ (buradaki D_3 ve D_4 katsayıları da yine $n=2$ ye göre belirlenmiş sabit değerlerdir)

Tablo 5.3: n Değerine göre katsayı değerleri (Işık,2006)

n	2	3	4	5
E₂	2,66	1,77	1,46	1,29
D₃	0	0	0	0
D₄	3,27	2,57	2,228	2,11

5. Belirlenen kontrol limitleri çizelge üzerinde kalın çizgiler halinde çizilir.
6. Ölçülen X ve MR değerleri her ölçümden sonra çizelge üzerinde çizilerek bu noktalar bir çizgiyle birleştirilir. Kontrol çizgilerinin dışında yer alan noktalar belirlenir, sebepleri araştırılır ve uygun iyileştirme yöntemleri bulunur.

5.2.7.3.2 X-R proses kontrol çizelgeleri

X-R Diyagramları, ölçülebilen bir kalite karakteristiğinin varyasyonunda “büyük” kaymaların olduğu durumları belirlerken, örneklemin 1’den büyük olduğu ve veriler arasında otokorelasyonun olmadığı durumlarda kullanılabilen bir diyagram çiftidir (Baray, 2006). Alt grup sınırı 9’dan küçük olmalıdır, genelde alt grup sınırı 5 olarak alınır. Daha sonra alınan en az 25 ölçüme göre (alt grup sayısı en az 5) X_{ort} , R_{ort} , USL ve ASL değerleri hesaplanır. Hesaplamalar X-MR çizelgesindeki gibidir fakat bu çizelgedeki A_2 , D_3 ve D_4 değerleri diğer çizelgeden farklı değerler alır.

Tablo 5.4 : n Değerine göre katsayı değerleri (Işık, 2006)

n	2	3	4	5
E₂	1,88	1,023	0,729	0,577
D₃	0	0	0	0
D₄	3,27	2,57	2,28	2,11

Çizelgede öncelikle kontrol dışı (limitlerin dışında kalan nokta) var olup olmadığı araştırılır. Eğer varsa bunun hangi özel nedenden kaynaklanıyor olabileceği araştırılır. Bu özel nedenler bulunur, bu değerler çizelgeden çıkartılır ve ardından yeniden kontrol limitleri hesaplanır. Daha sonra kontrol altına alınan prosesten alınan değerler ve limitler sıklıkla kontrol edilmelidir. Proses kötüleştiğinde limitler genişler, daha sabit hale geldiğinde ise daralır.

5.2.7.3.3 Çizelgelerin 8 temel kontrol durumu

Kontrol çizelgelerinin analiz edilerek kontrol edilmesinin amacı prosesi yakından ve ölçülen verilerle izleyerek herhangi bir olumsuzlukta en kısa zamanda önlem almaktır. Bu amaçla çizelgelerin izlenmesinde dikkat edilecek 8 temel durum vardır. Bu durumların gerçekleştiği çizelgelerde prosesi olumsuz etkileyen özel bir neden olduğu sonucuna varılarak bu sorunu ortadan kaldıracak önlem arayışına gidilir. Bu durumlar;

1. Kontrol limit çizgilerinin dışında işaretli noktaların bulunduğu,
2. Merkez çizgi üzerindeki toplam nokta sayısı, merkez çizgi altındaki toplam nokta sayısına yakın olmadığı,
3. İşaretli noktalar merkez çizginin üzerinde veya altında rasgele yer almadığı,
4. Merkez çizgisinin bir tarafında 7 veya daha fazla nokta ardışık olarak sıralandığı,
5. Kontrol limitlerine doğru giden 7 veya daha fazla noktanın yukarı veya aşağı trendi varolduğu,
6. Tüm noktaların çoğunun merkez çizgiye yakın veya kontrol limitlerine yakın olarak konumlandığı,
7. Düz hat yapısının olduğu durumlarda önlem alma gereği doğar.

5.2.7.3.4 Kontrol dışı durumlarda olası nedenler

Kontrol limitlerinin dışında birden fazla nokta olduğu durumlarda genellikle özel neden kaynaklı problemler aranır. Çünkü genel nedenlerden dolayı bir noktanın kontrol limitleri dışında bulunma olasılığı düşüktür. O noktada bir aşınma, yanlış

hesaplama veya ölçüm sisteminin problemlili oluşu gibi sorunlar söz konusu olabilir. Kontrol limitleri içinde olup da olağandışı eğilimler de bize özel nedenlerden dolayı problem olabileceği fikrini verebilir. Örneğin 7 veya daha fazla noktanın ardına artan veya azalan şekilde eğilim göstermesi, makine ayarının bozulmasından, mevsim etkilerinden, takım aşınmasından veya operatörün yanlış ölçmesinden (dikkatsizliğinden) kaynaklanıyor olabilir. Ardışık 7 noktanın ortalama çizgisinin üstünde veya altında yer alması ise yine ayar bozukluğundan veya malzeme değişikliğinden kaynaklanıyor olabilir. Noktaların 2/3'ünden fazlası merkez çizgi etrafında yoğunlaşmış ise, kontrol limitleri yanlış hesaplanmış veya veriler düzeltilmiş olabilir.

5.2.7.3.5 X-s proses kontrol çizelgeleri

X-s kontrol çizelgeleri, özellikle çok sayıda örnek için proses değişikliklerini göstermesi açısından tercih edilen kullanılan bir çizelgedir. Fakat hesaplanması daha zor olan ve değişkenliklerin bulunması gereken durumlarda çok tercih edilmez.

X-s kontrol çizelgeleri X-R çizelgelerine benzer. Bunda farklı olarak her alt grup için standart sapma (s) hesaplanarak R yerine işaretlenir.

Alt grup standart sapması (Işık, 2006) :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{ort})^2}{n - 1}} \quad (5.10)$$

$$s_{ort} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_k}{k} \quad (5.11)$$

$$UKL_{xort} = X_{ort} + A_3 s_{ort} \quad (5.12)$$

$$AKL_{xort} = X_{ort} - A_3 s_{ort} \quad (5.13)$$

$$UKL_s = B_4 s_{ort} \quad (5.14)$$

$$AKL_s = B_3 s_{ort} \quad (5.15)$$

- **Niteliksel kontrol çizelgeleri**

Kalite karakteristiklerinin ölçülemediği ama uygun-uygun değil, iyi-kötü, geçer-geçmez, kabul-ret gibi nitelikleri değerlendirilerek sayılabildiği durumlarda kullanılır.

Örneklemedeki (Ürün Üzerindeki) Hatalı Birimlerin,

- ◆ ORANI u
- ◆ SAYISI c (n sabit)

Örneklemedeki Hataların,

- ◆ ORANI p
- ◆ SAYISI np (n sabit)

5.2.7.3.6 p çizelgesi

Endüstride en çok kullanılan niteliksel kontrol çizelgesidir. P çizelgesi incelediği grup içerisindeki hata oranını ölçen bir çizelgedir. Ürün üzerindeki hata ne olursa olsun ürün hatalı kabul edilir. Oluşturma adımları şöyledir;

Örnek büyüklüğü belirlenir $np_{ort} \geq 5$ olmalıdır.

Daha sonra örnek büyüklüğü (n), bulunan hatalı oranı sayısını (np) ve hata dağılımı bulunup çizelgede işaretlenir ve her bir alt grup için p değeri hesaplanır.

$$p = np / n$$

n: Kontrol edilen ürün sayısı

np: Hatalı ürün sayısı

p: Hatalı oranı

Daha sonra da kontrol limitleri hesaplanır.

$$p_{ort} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_n}{n_1 + n_2 + \dots + n_n} \quad (5.16)$$

$$UKL_p = p_{ort} + 3\sqrt{\frac{p_{ort}(1-p_{ort})}{n_{ort}}} \quad (5.17)$$

$$AKL_p = p_{ort} - 3\sqrt{\frac{p_{ort}(1-p_{ort})}{n_{ort}}} \quad (5.18)$$

Çizelge üzerinde hesaplanan merkez çizgi ve kontrol limit değerleri işaretlenir ve çizelge çizilir. Noktalar çizelge üzerinde işaretlenerek kontrol dışı noktalar belirlenir ve bunlarla ilgili özel nedenlere uygun iyileştirme yöntemleri belirlenir. p çizelgesi aşağıdaki gibi yorumlanır;

Kontrol dışı noktaların olduğu durumlarda prosesin kötüleştiği, limit değerlerinin yanlış hesaplanmış olabileceği ya da ölçüm sistemiyle ilgili bir değişiklik olmuş olabileceği sonuçlarına varabiliriz.

Yine diğer çizelgelere benzer olarak ardışık 7 veya daha fazla noktanın azalan veya artan bir eğilim göstermesi durumlarında yine yanlış hesaplama ve ölçüm sistemlerine ait değişiklik ihtimalleriyle birlikte girdi malzemelerinde değişiklik olmuş olabileceği yorumları yapılabilir.

5.2.7.3.7 np çizelgesi

Bu çizelge sabit sayıdaki örnek büyüklüğünde uygun olmayan (hatalı) ürünlerin sayısını ortaya koyar. Örnek sayısının belirli zaman aralığında sabit kaldığı ve uygunsuzlukların gerçek sayısının kaydedilmesinin daha anlamlı olduğu durumlarda tercih edilir.

$np_{ort} \geq 5$ durumunu dikkate alarak sabit örnek büyüklüğü hesaplanır (Işık, 2006)

Örnek,

$$np_{ort} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{k} \quad (5.19)$$

$$UKL_{np} = np_{ort} + 3 \left(\sqrt{np_{ort} \left(1 - \frac{np_{ort}}{n} \right)} \right) \quad (5.20)$$

$$AKL_{np} = np_{ort} - 3 \left(\sqrt{np_{ort} \left(1 - \frac{np_{ort}}{n} \right)} \right) \quad (5.21)$$

np : her bir alt gruptaki hatalı ürün sayısı

np_{ort} : ortalama hatalı ürün sayısı

k : alt grup sayısı

Daha sonra limitler ve merkez çizgi np_{ort} çizelgeye çizilir ve noktalar çizelge üzerinde işaretlenir. Kontrol dışı noktalar belirlenir, özel nedenleri araştırılır ve uygun iyileştirme yöntemleri belirlenir. Yorumlanmasında da hatalı ürünlerin sayısı göz önünde bulundurulur.

5.2.7.3.8 c çizelgesi

Bu çizelgede göz önüne alınan parametre ürünler üzerindeki hata sayısıdır. Örnek büyüklüğü sabit alınır. Oluşturulma adımları ve yorumlanması diğerleriyle benzerdir. Limit değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$c_{ort} = (c_1 + c_2 + \dots + c_k) / k \quad (5.22)$$

$$UKL = c_{ort} + 3(\sqrt{c_{ort}}) \quad (5.23)$$

$$AKL = c_{ort} - 3(\sqrt{c_{ort}}) \quad (5.24)$$

c : her bir alt gruptaki uygunsuzluk sayısı

c_{ort} = uygunsuzlukların ortalama sayısı

k : alt grup sayısı

5.2.7.3.9 u çizelgesi

Bu çizelge ürün başına düşen hata sayısının kontrolü için çizilir. C çizelgesine benzer ama hatanın sayısı bir birim başına olarak belirtilir. Kontrol limitleri ve ortalama değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır (Işık, 2006);

$$u=c/n$$

c=uygunsuzluk sayısı

n= kontrol edilen alt gruptaki örnek sayısı

$$u_{ort} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} \quad (5.25)$$

$$UKL_u = u_{ort} + 3 \left(\sqrt{\frac{u_{ort}}{n_{ort}}} \right) \quad (5.26)$$

$$AKL_u = u_{ort} - 3 \left(\sqrt{\frac{u_{ort}}{n_{ort}}} \right) \quad (5.27)$$

5.3 Bulanık mantık

Bulanık mantık ilk defa 1965 yılında, University of California, Berkeley'den Dr. Lotfi Zadeh tarafından, doğal dildeki belirsizliği modellemek için ortaya konmuştur. Zadeh, bulanık mantık teorisinin bağımsız ve tam bir teori olmaktan çok, bulanıklaştırma yönteminin (fuzzification), herhangi bir teorisin ayrık formdan sürekli forma dönüştürülmek suretiyle genelleştirilmesi için kullanılan bir metodoloji olarak ele alınmasının daha uygun olacağı fikrini savunmakta idi.

Bulanık mantık ilk kez 1973 yılında, Londra'daki Queen Mary College'de profesör olan H. Mamdani tarafından bir buhar makinesinde uygulanmıştır. Ticari olarak ise ilk defa, 1980 yılında, Danimarka'daki bir çimento fabrikasının fırınına kontrol etmede kullanılmıştır.

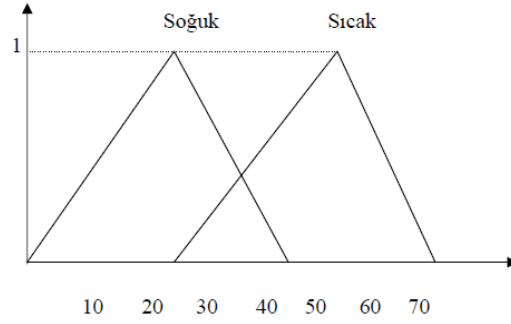
Bulanık mantık kuramının ilk önemli endüstriyel uygulaması 1980 yılında Danimarka'daki bir çimento fabrikasında (F.L. Smidth) gerçekleştirmiş, değirmen içinde çok hassas bir denge ile oranlanması gereken sıcaklık ve oksijen ayarı en uygun bir biçimde yapılmıştır. Bundan sonra bir başka dikkate değer uygulama ise Hitachi firması tarafından 1987 yılında Sendai Metro'sunda gerçekleştirilmiştir (Tekin ve Şahin, 2006).

Bulanık mantık, insan davranışlarına benzer bir şekilde mantıksal uygulamalarla, bilgisayarlara yardım eden bir bilgisayar mantık devrimidir. Bulanık mantığın endüstride kullanımı verimliliği artırır, daha uygun üretim sağlar, zamanın çok önemli olduğu günümüzde zamandan tasarruf ve ekonomik açıdan fayda getirir (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003). Önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak da tanımlanabilir. İstatistikte ve olasılık biliminde kesinliklerle çalışılmasına rağmen insan hayatında yer alan birçok durum belirsizlikler içerir. Bu yüzden bu durumları anlamlandırabilmek adına belirsizliklerle çalışmak önemlidir.

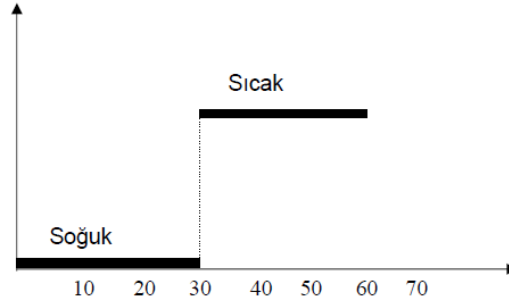
Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki temel fark bilinen anlamda matematiğin sadece aşırı uç değerlerine izin vermesidir. Klasik matematiksel yöntemlerle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu yüzden zordur, çünkü veriler tam olmalıdır. Bulanık mantık kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve daha niteliksel bir tanımlama olanağı sağlar.

Bulanık mantık, İngilizcesiyle fuzzy logic, adından anlaşılacağı gibi mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Klasik mantıkta bildiğiniz gibi, "doğru" ve "yanlış" yada "1" ve "0"lar vardır, oysa bulanık mantıkta, ikisinin arasında bir yerde olan önermeler ve ifadelere izin verilebilir ki, gerçek hayata baktığımızda hemen hemen hiçbir şey kesinlikle doğru veya kesinlikle yanlış değildir. Gerçek hayatta önermeler genelde kısmen doğru veya belli bir olasılıkla doğru şeklinde değerlendirilir. Bulanık mantığa da zaten klasik mantığın gerçek dünya problemleri için yeterli olmadığı durumlar dolayısıyla ihtiyaç duyulmuştur.

Günlük hayatta rastgele kullanılan birçok terim genellikle bulanık bir yapıya sahiptir. Bir şeyi tanımlarken, bir olayı açıklarken, komut verirken ve daha birçok durumda kullanılan sözel veya sayısal ifadeler bulanıklık içerir. Bu terimlere örnek olarak; yaşlı, genç, uzun, kısa, sıcak, soğuk, ılık, bulutlu, parçalı bulutlu, güneşli, hızlı, yavaş, çok, az, biraz gibi daha pek çok sözel terim gösterilebilir. Kişinin yaş durumuna göre ona yaşlı, orta yaşlı, genç, çok yaşlı ve çok genç denilir. Bütün bunlar insan beyninin belirsiz ve kesinlik içermeyen durumlarda nasıl davrandığına ve olayları nasıl değerlendirip, tanımlayıp, komut verdiğiine dair bir örnektir.



Şekil 5.3 Bulanık mantık (Tekin ve Şahin, 2006)



Şekil 5.4 Klasik mantık (Tekin ve Şahin, 2006)

Bulanık mantığın sistemi şu şekildedir. Bir ifade tamamen yanlış ise klasik mantıkta olduğu gibi 0 değerindedir, yok eğer tamamen doğru ise 1 değerindedir. (Ancak bulanık mantık uygulamalarının çoğu bir ifadenin 0 veya 1 değerini almasına izin vermezler veya sadece çok özel durumlarda izin verirler.). Yani değeri 0.32 olan bir ifadenin anlamı %32 doğru %68 yanlış demektir.

Bulanık mantığın da klasik mantıkta olduğu gibi işleçleri (operator) vardır, örneğin and, or, not vb. Ancak bunlar kendine has işlemlerdir mesela -başka yaklaşımlarda

olmasına rağmen and işlemi- genelde çarpma olarak ifade edilir veya not işlemi de birden çıkarma şeklinde ifade edilir. Bunlar;

$$\text{AND: } A=0.2 \text{ } B=0.8 \Rightarrow A \text{ and } B = (A) * (B) = 0.2 * 0.8 = 0.16$$

$$\text{NOT: } A=0.4 \Rightarrow \text{not } A = 1-(A) = 1 - 0.4 = 0.6$$

YSA ve Fuzzy Logic tekniklerinin beraber kullanımı ile daha etkili sistemler dizayn etmek mümkündür, ancak bu işlem ortaya çıkan sistemi çok yavaşlatmaktadır ve henüz bu tekniklerin birleştirilmesi yöntemi geliştirme ve test aşamalarındadır, aslında YSA algoritmaları da her gün hızla güncellenmektedir.

5.3.1 Bulanık mantığın kullanım alanları

Bulanık Mantık, makineleri “daha zeki” yapmış ve birçok ürünün ve üretim sürecinin makine IQ’ sü (Zeka seviyesi) bu sayede artmıştır. Bu makineler arasında fotoğraf makineleri, kameralar, televizyonlar, mikro dalga fırınlar, çamaşır makineleri, elektrikli süpürgeler, otomatik şanzımanlar, motor kontrolü, metro denetim mekanizmaları, asansörler ve mikrodevreler sıralanabilir (Tekin ve Şahin, 2006).

Pilav pişirme aletlerinden asansörlere, arabaların motor ve süspansiyon sistemlerinden nükleer reaktörlerdeki soğutma ünitelerine, klimalardan elektrikli süpürgelere kadar bulanık mantığın uygulandığı birçok saha mevcuttur. Bu sahalarda temin ettiği enerji, iş gücü ve zaman tasarrufu ise, onun “iktisat” adına ne kadar çok önem verilmesi gereken bir sistem olduğunu göstermektedir.

Bulanık mantığın gelecekteki uygulama sahaları, daha da genişleyecek gibi gözükmektedir. Şeker hastaları için vücuttaki insülin miktarını ayarlayarak suni bir pankreas görevi yapan minik yapıların imalinde, prematüre doğumlarda bebeğin ihtiyaç duyduğu ortamı devam ettiren sistemlerin hazırlanmasında, suların klorlanmasında, kalp pillerinin üretiminde, oda içindeki ışığın miktarının ayarlanmasında ve bilgisayar sistemlerinin soğutulmasında bulanık mantık çok şeyler vaat etmektedir.

Bulanık Mantığın tıpkı matematik gibi uygulamasının olmadığı bir alandan bahsetmek çok zordur. Endüstriyel Sistem modellemelerinden, yazılım geliştirmeye;

otomatik kontrol sistemlerinden, veri analizine; yöneylem araştırma tekniklerinden, sosyolojik değişim kurallarını izleme gibi birçok alanda Bulanık Mantık uygulamalarını başarılı bir şekilde görmek mümkündür (Koyuncu, 2004). Özellikle Modern Kontrol Sistemleri, Bulanık Mantık bilimini üstlenmiş durumdadır. Bu beraberlikten en çok yarar gören başarılı uygulamalarıyla Otomatik Kontrol Sistemleri bilimi gibi görünmektedir. Bunun yanında Bulanık mantık önüne çıkan daha karmaşık problemlerle kendini ispatlama fırsatını yakalamaktadır.

5.3.2 Bulanık mantığın avantaj ve dezavantajları

Birçok alanda uygulanabilmesi ve sistemlerin etkin şekilde çalışabilmesini sağlayan Bulanık Mantık yönteminin avantajlarının yanında bazı durumlarda dezavantajları da olabilmektedir. Bu avantaj ve dezavantajlar kısaca şöyle özetlenebilir (Tekin ve Şahin, 2006);

5.3.2.1 Bulanık teorisinin avantajları

- İnsan düşünme tarzına yakın olması,
- Uygulanışının matematiksel modele ihtiyaç duymaması,
- Yazılımın basit olması dolayısıyla ucuza mal olması.

5.3.2.2 Bulanık teorisinin dezavantajları

- Uygulamada kullanılan kuralların oluşturulmasının uzmana bağlılığı,
- Üyelik fonksiyonlarının deneme - yanılma yolu ile bulunmasından dolayı uzun zaman alabilmesi,
- Kararlılık analizinin yapılışının zorluğu (benzeşim yapılabilir).

6. İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL VE BULANIK MANTIK KULLANILARAK YAPILAN İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

6.1 Şirkette İstatistiksel Proses Kontrol Uygulama Amacı

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle her geçen gün büyük ve küçük ayırmaksızın tüm şirketleri saran pazar yarışı daha da kuvvetlenmekte ve sertleşmektedir. Bu da şirketlerin daima kendilerini geliştirerek rakiplerinden her zaman bir adım önde olmalarını gerektirmektedir.

Şirket özellikle otomotiv firmalarına olmak üzere farklı sektörlerde önemli pazar paylarına sahip birçok firmaya büyük miktarlarda çelik tedarik eden öncü kuruluşlarından bir tanesidir. Bu da müşterilerine sattığı ürünlerin kalitesinin en iyi olmasını, hataların en az olduğu standart proseslerin geliştirilmesini ve kararlı prosesler sayesinde müşterilerinden gelebilecek şikayetlerin minimize edilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla şirkette otomotiv üreticilerinin tedarikçilerine şart koştuğu ISO/TS 16949 Otomotiv Kalite Yönetim Sistemi Spesifikasyonu belgesinin alımı ihtiyacı doğmuştur. Bu belgenin alınması sayesinde şirkette, toplam satışlar içinde büyük bir paya sahip ana otomotiv üreticilerine ve otomotiv yan sanayicilerine, kalite sistemini önemli temeller üzerine oturtturarak, proses kalitesini sürekli arttırarak, hataların oluşmadan önüne geçerek ve maliyetleri düşürerek en iyi hizmeti verebilecektir. Bu amaçla bu belgelendirme proje çalışmaları Mart 2005 başlamıştır. Belgelendirme çalışmalarının halen sürdüğü proje bünyesinde yapılan çalışmalardan bir tanesi de daha önce de belirtildiği gibi İstatistiksel Proses Kontrol (İPK)'dür.

6.2 Şirkette İstatistiksel Proses Kontrol Uygulama Adımları

Bu çalışma süresince aşağıdaki uygulama adımları izlenmiştir.

6.2.1 İlgili personelin eğitilmesi ve pilot uygulama alanlarının belirlenmesi

Bir projenin başlamasından önce proje hakkında verilecek eğitimlerin önemi büyüktür. Projeyi uygulayacak personel ne yapacağını, nelere dikkat etmesi gerektiğini ve sonuçları nasıl değerlendireceğini almış olduğu bu eğitimler sayesinde öğrenir ve uygulamaya geçirir.

Bu amaçla da öncelikle şirket içinde bu projede çalışacak üretim, kalite ve yönetim sistemleri bölümlerinden mühendis ve başmühendis seviyesinde personeller belirlenmiş ve 2 grup mühendis ve başmühendis, 1 grup yürütme kurulu olacak şekilde eğitimler verilmiştir. Eğitimde İPK'nın amaçları, uygulanma şekilleri, nerelerde ve nasıl uygulanacağı vb. konular anlatılmıştır.

6.2.2 Mevcut durum analizi ve hazırlık aşaması

Eğitimler ile çalışmanın amacı tam olarak personele anlatıldıktan sonra eğitim alan personellerle oluşturulan ekipler ile birlikte danışmanın yaptığı ziyaretlerle, üretim bölümleri ve hatlar gezilerek ve ürünlerdeki mevcut durum analiz edilerek en çok üretilen otomotiv kalitelerine ait ürünler için, İPK uygulanacak önemli ve kritik üretim parametreleri belirlenmiştir. Mevcut veriler incelenmiş ve ilgili proseslerde yapılacak iyileştirmeler sonucunda olması gereken hedef değerler belirlenmiştir. Parametreler, alınan ölçümlere ve işleyişe uygun olacak çizelge türleri konusunda çalışan mühendislerle bilgilendirme yapılmış ve pilot çalışma, ilgili proseslerde seçilen parametrelerde uygun çizelge çeşitleriyle başlatılmıştır. Ayrıca bu projede kullanılacak çizelgelerin çizilmesi amacıyla Minitab adlı program lisanslı olarak satın alınmıştır.

Şirkette İPK Sıcak Haddehaneler (1 ve 2), Soğuk Haddehaneler (1 ve 2), Çelikhane, Sürekli Dökümler ve Kalite Kontrol Bölümlerinde olmak üzere toplam 7 bölümde başlatılmıştır. Bu bölümlerin belirlenmesinde öncelikli olarak, proses

parametrelerinin İPK uygulamaya uygun veriler olması, verilerin sağlıklı toplanabiliyor olması, parametrelerin online olarak ölçülüyor olması ve hataların oluştuğu/ oluşabileceği prosesler olması gibi kriterler göz önüne alınmıştır.

6.2.3 Projenin uygulandığı bölümlerde yapılan pilot iyileştirme çalışmaları

Proje kapsamında öncelikle belirli bölümlerde pilot uygulamalar yapılmıştır. Bunlardan bahsetmek gerekirse,

6.2.3.1 1. ve 2. Soğuk haddehane

Yapılan görüşmelerle belirlenen yağ konsantrasyonu, temizleme solüsyon konsantrasyonu, yağ ph'ı, kaplama ağırlığı gibi parametreler belirlenmiştir. Bu parametrelerin uygun spesifikasyon değerleri üretici firmalardan alınan değerler de göz önüne alınarak belirlenmiştir. Sonrasında bu parametrelere ait ölçümler alınarak pilot uygulama yapılmıştır. Bu uygulama kontrol limitlerinin belirlenmesi için yapılmış ve istenilen spekt değerlerine uygun olacak kontrol limit değerlerine ulaşılan kadar devam etmiştir. Uzun bir süre istenilen limit değerlerine ulaşamamıştır bu yüzden de ilgili proseslere ait kök nedenler belirlenmiş ve istenilen limit değerleri elde edilinceye kadar iyileştirmeler yapılmıştır. İstenilen limit değerlerine ulaşıldığında parametrenin uygun kontrol limiti olarak o değer kabul edilmiştir. Amaç, asıl istenilen cp ve cpk değeri olan 1,67'ye ulaşarak prosesi kontrol altına almaktır. Buna göre belirlenen kontrol limitlerinde bu değerleri iyileştirecek önlemlerin alınmasıyla limitleri daraltmak için gerekli iyileştirme çalışmaları başlatmaktır.

1. ve 2. Soğuk Haddehanede belirlenen parametrelere uygun çizelge X-Mr çizelgesidir. Çünkü genellikle numune ölçümleri vardiyada bir yapılmaktadır. Buna göre her parametrenin kendine özel limit değerleri devamlı kontrol edilmekte, her ölçüm çizelgeye alınmaktadır.

6.2.3.2 1. ve 2. Sıcak haddehane

1. ve 2. Sıcak Haddehanede başlatılan İPK çalışmalarında belirlenen parametreler, mamul kalınlığı, mamul genişliği, ikmal ve sarılma sıcaklıkları ve yüzey kusurlarıdır. Burada kalınlık, genişlik, ikmal ve sarılma sıcaklıkları sürekli ölçülen değerler olduğu için çizelge çizmek yerine proses yeterliliği hesaplanmış, yüzeyde oluşan kusurlar için de p çizelgesi kullanılmıştır. Proses yeterliliğinin hesaplanması aylık bazda yapılarak ve en az 100 ölçüm kullanılarak yapılmış ve buradaki cp ve cpk değerleri incelenmiştir. Başlarda oldukça düşük olan proses yeterliliği değerleri belirlendikten sonra bu prosesler için düzeltici faaliyetler başlatılarak iyileştirmeler yapılmıştır. Böylelikle ilgili proseslerdeki hatalar azaltılarak daha kararlı prosesler oluşturulmuştur. Çalışmalar halen sürdürülmekte ve seçilen proses parametreleri periyodik olarak izlenmektedir.

6.2.3.3 Çelikhane ve sürekli dökümler

Fabrikamızın en önemli yerlerinden olan ve çelik kalitesinin asıl olarak belirlendiği bu bölümlerdeki çalışmalar daha çok proses esnasında sıvı çeliğe eklenerek çelik kalitesini ve çeşitli özelliklerini belirleyen azot, karbon ve fosfor değerlerinin izlenmesiyle başlatılmıştır. Bu değerlerle ilgili numune ölçümleri vardiyada bir kez yapıldığı için, bu parametrelerin izlenmesi X-Mr çizelgeleriyle yapılmaktadır. Buralarda da başlarda düşük olan bu değerlerin yeterlilikleri malzemelerin miktarlarının değiştirilmesi, prosesin gözden geçirilmesi veya malzeme spesifikasyon değerlerinin değiştirilmesi yolları izlenerek daha yeterli hale getirilmiştir. İstenilen cp ve cpk değerlerine ve kontrol limitlerine ulaşabilmek için, halen iyileştirme çalışmalarına devam edilmektedir.

6.2.4 2. Soğuk haddehanede İPK kapsamında yapılan bir iyileştirme çalışması

Çalışmanın anlatımından önce 2. Soğuk haddehane ve bünyesinde bulunan birimlerden kısaca bahsedilebilir.

6.2.4.1 2. Soğuk haddehane

Sürekli Asitleme Tandem, Sürekli Tavlama, Sürekli Galvanizleme ve Soğuk Bobin Hazırlama ve Dilme Hatları, 1 ve 2 Nolu Hidrojen Tesisleri ve Asit Rejenerasyon Tesisi ile dünyanın en önemli proses tesislerinden birine sahiptir. 2. Soğuk Haddehane’de başta otomotiv ve beyaz eşya olmak üzere yüksek kalitede ve derin çekilebilir özellikte ticari, çekme, derin çekme ekstra derin çekme ve düşük alaşımlı-yüksek mukavemetli yassı çelik ürünlerinin üretimi gerçekleştirilmektedir. 2. Soğuk Haddehane bünyesinde çalışan birimler şöyledir;

6.2.4.2 Sürekli asitleme tandem hattı

Haziran 2006’da üretime geçen 1.500.000 ton/yıl kapasiteli Sürekli Asitleme Tandem Hattı en son teknolojilerin uygulandığı, gelişmiş otomasyon düzeyine sahip ve aynı zamanda yüksek kalite ve kapasite özellikleri ile benzerlerinin en güzel örneklerini oluşturmaktadır. Asitleme hattında üzerindeki tufal tabakası temizlenen sıcak haddelenmiş yassı çelik 1,8–4,5 mm kalınlıklarda Tandem haddeye girmekte, burada soğuk haddelenerek siparişe göre 0,40–2,0 mm.’ye inceltilmektedir.

Tandem Hattı Çıkış Hızı 1250 m/dk’dır. Asitleme Proses Hızı 240 m/dk’dır. Hattın uzunluğu 310 m olup maksimum rulo sac ağırlığı 28 tondur.



Şekil 6.1: Sürekli asitleme tandem hattı

6.2.4.3 Sürekli tavlama hattı

Sürekli tavlama hattı 320 m/dk. Proses hızı ve 900.000 ton/yıl kapasitesi ile Avrupa'nın ikinci büyük sürekli tavlama hattıdır.

Sürekli Asitleme Tandem Hattından gelen soğuk haddelenmiş rulo sacın üzerindeki yağ ve toz Alkali ve Elektrolitik Temizleme Ünitesinde temizlenir. Fırın bölümünde, sac bünyesinde soğuk haddeleme sırasında oluşan içyapı bozukluğu ve iç gerilme birikimi bir dizi ısıtma (tavlama) ve soğutma işlemi ile giderilir. Çıkış bölümünde şerit, fiziksel özelliklerinin stabilize edilmesi, şekil ve yüzey düzgünlüğünün iyileştirilmesi için temper haddelemeye tabi tutulur. Temper haddeden çıkan şerit, kontrol tablası, elektrostatik yağlama ve uçar makastan geçerek iki adet bobin sarıcı ile paketlemeye hazır hale gelmektedir. Şerit kalınlığı 0,40–2,00 mm ve şerit genişliği 625–1525 mm arasında değişmektedir. Hattın giriş, merkez ve çıkış hızları sırasıyla 480, 320 ve 540 m/dk'dır.



Şekil 6.2: Sürekli tavlama hattı

6.2.4.4 Sürekli galvanizleme hattı

2001 yılında kurulan ve 250.000 ton/yıl kapasiteli Galvanizleme Hattında, dünyada uygulanmakta olan başlıca iki tip sürekli galvanizleme teknolojisinden biri olan sıcak daldırılmalı galvanizleme prosesi kullanılmaktadır.

Tesis bünyesinde, temizleme, tavlama, galvaniz kaplama, temper haddeme ile gergili düzeltme ve kromatlama olmak üzere beş ana proses aynı hat üzerinde ve kesintisiz olarak yapılmaktadır. Tesis tavlama fırını dikey tip, tamamen radyan tüplü ve doğal gaz yakıtlıdır. Otomatik kalınlık kontrollü hava bıçağı sistemi ile sacların her bir yüzeyi istenilen miktarda homojen kaplama ile galvanizlenmektedir.

Tesis genel kullanıma yönelik olarak çinko kaplamalı galvanizli sac ile başta otomotiv sektörü olmak üzere çinko-demir alaşımlı galvanizli sac üretmektedir. Hattın uzunluğu 284 m olup maksimum rulo sac ağırlığı 30 ton'dur. Proses hızı normal galvanizlemede max. 150 m/dk, alaşımlı galvanizlemede ise max. 100 m/dk'dır. Çinko kaplama ağırlığı 30–250 gr/m² (her yüzey için)'dir.



Şekil 6.3: Sürekli galvanizleme hattı

6.2.4.5 Soğuk bobin hazırlama hattı

Soğuk Bobin Hazırlama ve Dilme Hattında soğuk haddelenmiş çelik ve galvanizli ürünlerin, tüm kalite ve ebatlarda yüzey kontrollerinin yapılması ve müşterilerin isteğine göre kenar kesme yapılarak veya boyuna dilinerek paketlenmesi

sağlanmaktadır. Proses hızı max. 300 m/dk'dır. Şerit kalınlığı 0,30–2,00 mm ve şerit genişliği ise 600–1550 mm arasında değişmektedir.

1 ve 2 nolu Hidrojen Tesisleri ve Asit Rejenerasyon Tesisleri de 2. Soğuk Haddehaneye yardımcı tesislerdir.

6.2.4.6 Soğuk haddehanede yapılan iyileştirme çalışması

İstatistiksel Proses Kontrol çalışmalarından en çok fayda sağlayan ünitelerden olan 2. Soğuk Haddehane Müdürlüğü'nde İPK daha çok, varolan sarfları azaltmak ve bunlarda kaynaklanan maliyeti azaltmak amacıyla yapılmaktadır.

6.2.4.6.1 Asitleme tandem hattında yapılan mevcut durum incelemesi

İPK çalışmaları öncelikli olarak 2. Soğuk Haddehanede başlatılmıştır. Proje ile ilgili eğitimlerin alınmasından sonra amirler tarafından görevlendirilen personel gerekli birimlerde mevcut durum incelemeleri başlatmış ve belli yerlerde İPK uygulamasına başlanabileceği kararı alınmıştır. Bu bağlamda, Asitleme Tandem Hattı'nda da asit sarfiyatı konusunda da bir İPK çalışması yapılmış ve bu sarfların fazla olup olmadığı, fazla olduğu takdirde azaltılmasının mümkün olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla yapılan inceleme ölçümlerinde Ekim 2006 yılından sonrası baz alınmıştır.

6.2.4.6.2 Asitleme prosesine ait sorunun belirlenmesi

Bu incelemede hat gözden geçirildikten, sarfiyat verilerine bakıldıktan ve ürün gözden geçirildikten sonra, ürüne püskürtülen asidin azaltıldığı takdirde oluşacak sonuçlar ekip tarafından değerlendirilmiştir.

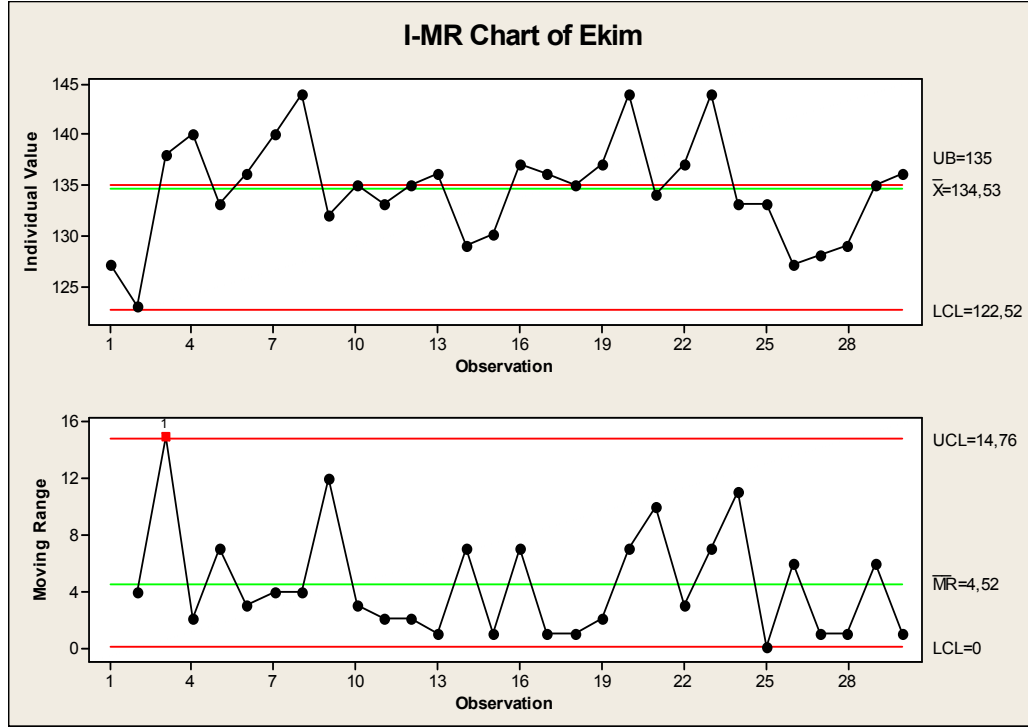
Yapılan bu çalışmada asit tüketim miktarındaki sarfin izlenebilmesi için kullanılması gereken çizelge türü prosesin yapısına göre danışmanın da desteği alınarak X-Mr çizelgesi olarak belirlenmiştir. Bu çizelgenin seçilmesinin sebebi, asit sarfiyatına ait numune değerleri vardiyada bir kez alınmakta ve kontrol edilmektedir. Alınan değerler öncelikle 2. Soğuk Haddehane'de sonrasında da Kalite Müdürlüğü'nde kontrol edilir.

Çizelge türü belirlendikten sonra alınan asit sarfiyatına ait incelenecek veriler Minitab programı kullanılarak çizelgelere yerleştirilmiştir. Çizelgelere ait tablolar aşağıda verilmiştir. Öncelikle çizelge çalışmalarının başında pilot uygulamalarda belirlenen limit değerleri baz alınarak çizelgeler incelenmiştir. Bu limit değerleri kullanılan asit miktarı olarak $ASL=120$ ve $USL= 135 \text{ m}^3$ değerleri baz alınmıştır. Ölçülen değerlere ait grafikler aşağıda detaylı olarak açıklanacaktır. Bu çizelgelere ait sonuçların değerlendirilmesiyle asit sarfiyatı ile ilgili problem belirlenmiş ve bunlar için mevcut durum ve iyileştirme için alınabilecek önlemler tartışılarak problem için çözüm aranmıştır.

Çalışmanın başladığı tarih olan Ekim ayı X-Mr çizelgesine bakıldığında, elde edilen verilerin limit değerleri olan 120 ve 135 sınır değerleri içerisinde kalmadığı ve oldukça fazla noktanın bu limitlerin dışında olduğu gözlenmiştir. Böylelikle problem yani asit sarfiyatının fazla olduğu ve bunun için acil olarak önlem alınması gerektiği ortaya konmuştur. Çizelgeye bakıldığında alınan 30 verinin 14 ünün limit dışında olduğu gözlenmiştir. Halbuki bu çizelgenin kabul edilebilir olması için en fazla 1 noktanın limit dışında olması ve bu limit dışındaki noktanın da Yaşam Kartı denilen ve bu limit dışı noktalarda yapılan işlemlerin (örneğin parça değişimi, asit eklenmesi vs.) yazılmış olması gerekmektedir. Fakat bu çizelgeye bakıldığında neredeyse yarıya yakın noktanın sınır değerler dışındadır ve bu çizelgenin iyileştirilmesi gerekmektedir.

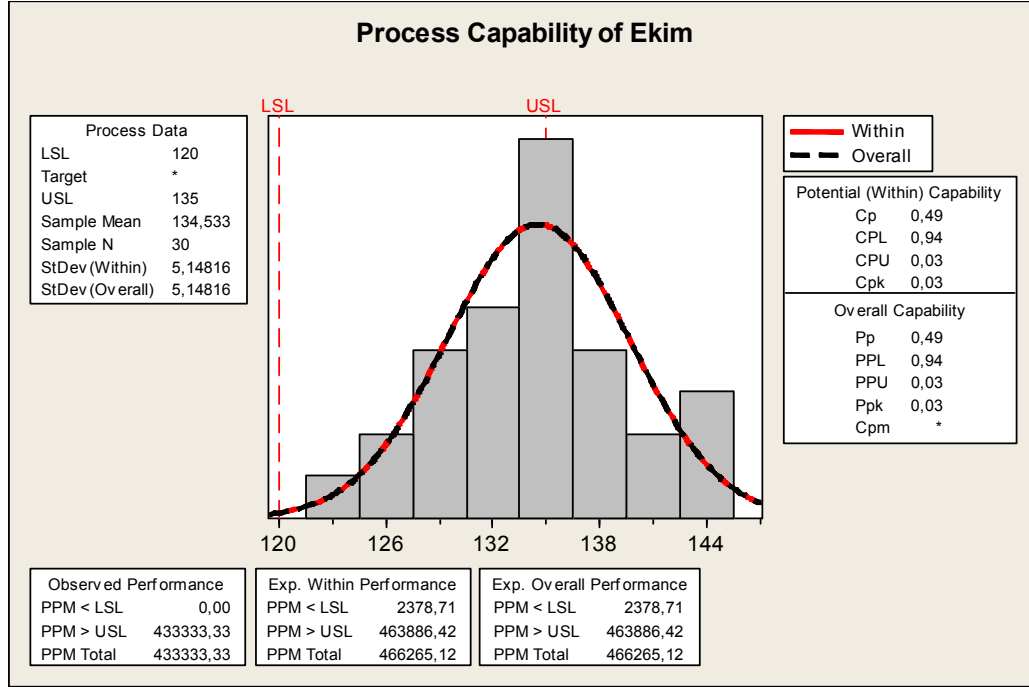
Çizelgede yer alan Mr değerleri de hareketli ortalama ile hesaplamının sonunda elde edilen fark değerlerini vermektedir. Çizelgede bu değerlere baktığımızda ise bu değerlerin de sifıra yakın olması beklenirken oldukça yüksek olduğu, bu da ölçülen değerler arasında yakınlık değil sürekli azalıp artan yani sabit olmayan sarfiyat değerlerinin olduğunu göstermektedir. Ekim ayına ait çizelge aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.1: Ekim ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları



Ayrıca yapılan bu çalışmalar esnasında yalnızca asit sarfiyatındaki değişkenlikler incelenmemiş bunun yanında prosesin geneline ait bir proses yeterliliği de hesaplanmıştır. Buna göre, Ekim ayı proses yeterliliklerine bakıldığında, otomotiv üreticilerinin tedarikçilerinden istediği yeterlilik değeri olan 1,67 civarlarında olması gereken cp ve cpk değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu, prosesteki özel sebeplerden kaynaklanan değişkenliklerin çok fazla olduğunu, prosesin sabit durumda olmadığını göstermektedir. Yani prosesin yetersiz olmasına neden olan özel nedenler mevcuttur. Bu durumda da bu özel nedenlerin belirlenip bunlar için önlemler alınması gerektiği ortaya konmuştur. Ekim ayına ait proses yeterlilik ölçüm sonuçları aşağıdadır:

Tablo 6.2: Ekim ayına ait proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları



6.2.4.6.3 Prosesle ait alınacak önlemin belirlenmesi ve uygulamaya alınması

Yapılacak iyileştirme çalışmasından önce bu sebeplerin neler olabileceğine dair beyin fırtınası çalışmaları yapılmış ve olası nedenler üzerinde durulmuştur. Artarda yapılan toplantılar sonucunda bu asit sarfiyatına neden olan sebep olarak, mamul üzerine asit püskürtmekte kullanılan Flowmetrelerin gereğinden fazla püskürtme yaptığı belirlenmiştir.

Flowmetreler, sıvı ve gaz sistemlerinde, akış halindeki gazın veya sıvının debisinin ölçülmesi amacı ile kullanılırlar. Medikal sistemlerde ve çeşitli endüstriyel düzeneklerde kullanılan, debi ayarı yapılabilen modelleri olduğu gibi, sadece gösterge niteliğinde olanları da mevcuttur. Ölçülecek debi aralığı, bağlantı ölçüleri ve ölçülecek akışkanın cinsi gibi parametreler aletin verimi üzerinde etkilidir. Aşağıda Soğuk Haddehanede kullanılan flowmetre görülmektedir.



Şekil 6.4: Flowmetrenin üstten ve yandan görünümü

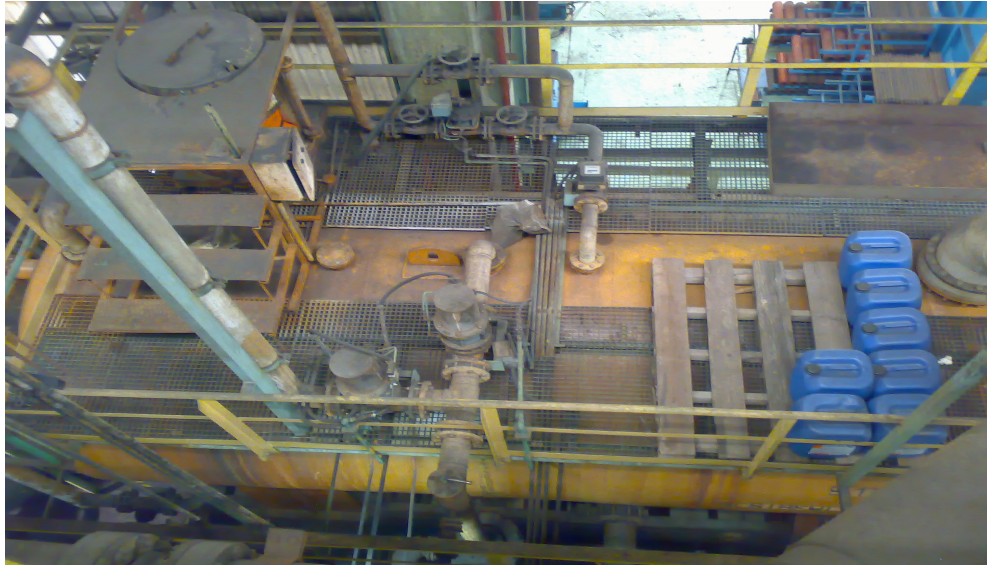
2. Soğuk Haddehanede kullanılan bu flowmetreler mamul üzerinde paslanmayı engelleyecek ve mamul yüzeyini temizleyecek asidin püskürtülmesinde kullanılmaktadır. Bu flowmetrenin püskürtme hızı $10 \text{ m}^3 / \text{dk}$ dır.

2. Soğuk Haddehane'de 4 adet büyük asit tankı bulunmaktadır. Asit tankından gelen asit flowmetrelerdeki değerlere uygun olarak valflerle asitleme yapılan küçük tanklara basılmakta ve küçük asitleme tanklarında bobinler asitlemeye tabi tutulmaktadır. Tanklardaki asit kirlendiğinde veya miktarı azaldığında vanalar yardımıyla büyük asit tankına kirli asit gönderilmekte ve temiz asit tekrar valfler yardımıyla tanklara basılmaktadır. Bu hattın uzunluğu her büyük tank arası 25 m

olmak üzere toplam 100 m'dir. Bobinlere yapılan asitleme hat hızı da 240 mpm/dk'dır. Bu hatta ait bazı resimler aşağıda yer almaktadır;



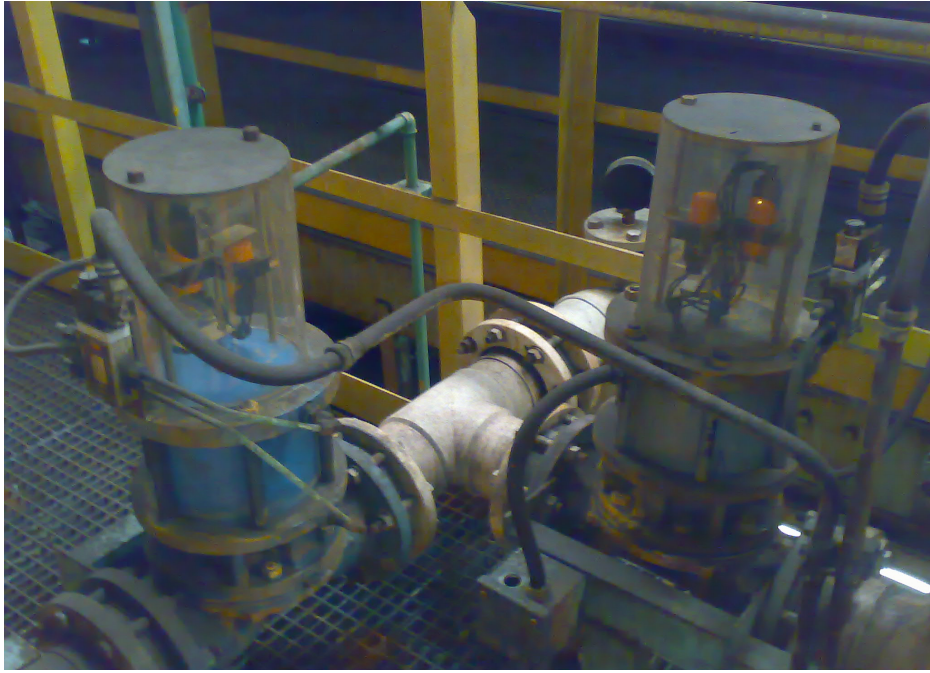
Şekil 6.5: Büyük tanklardan asit basılan, bobin asitlemesinin yapıldığı küçük tanklar ve hattın genel görünüşü



Şekil 6.6: Büyük asit tanklarından bir tanesi



Şekil 6.7: Asit kirlendiğinde otomatik olarak boşaltmayı gerçekleştiren vana



Şekil 6.8: Büyük tanklardan asit pompalayan valfler



Şekil 6.9: Bobinin asitlenmesinde hattın sürekliliğini sağlayan loop makinesi ve asitlenmiş bobin

Hatta yaşanan ve İstatistiksel Proses Kontrol çalışmalarıyla belirlenen malzeme sarfiyatıyla ilgili bu problem hatta belli periyotlarla yapılan ayar değişiklikleri esnasında yaşanmaktaydı. Burada sorun, hatta ayar yapılırken hat hızı 240 mpm den 50 mpm ye kadar düşürülmesine rağmen flowmetrelerde herhangi bir ayarlamamanın yapılmayarak asidin malzeme üzerine fazla (yine $10 \text{ m}^3 / \text{dk}$ hızla) püskürtülmesi, böylelikle hem daha fazla asidin kirlenmesi hem de malzemenin daha fazla asitlenmesi ve dolayısıyla fazla asit sarfiyatının olmasıydı. Bu durum yapılan İPK çalışması sonuçlarıyla fark edildikten sonra sebepler üzerinde durulmuş ve bununla ilgili önlemler belirlenmiştir.

Buna göre, yapılacak iyileştirme çalışması yapılan toplantılar ve beyin fırtınaları sonucunda, flowmetre hızının hat üzerinde yapılan ayarlar esnasında azaltılarak asit sarfiyatının önüne geçilmesi olarak belirlenmiştir. Buna göre çeşitli denemeler ile hız aralıkları ve flowmetre set miktarları şu şekilde yeniden düzenlenmiştir. Buna göre;

- Hat hızı 240–50 mpm arası olduğunda flowmetre normal set değeri kadar (10 m^3) püskürtme yapmaya devam edecektir.

☑ Hat hızı 50–6 mpm arasına indiğinde, normal püskürtme değerinin %50'si püskürtme yapacaktır. Yani püskürme hızı bu değerler arasında yarı yarıya düşürülecektir.

☑ Hat hızı 6 mpm hızın altına inildiği durumlarda da püskürme hızı 2 m³ e kadar düşürülecektir.

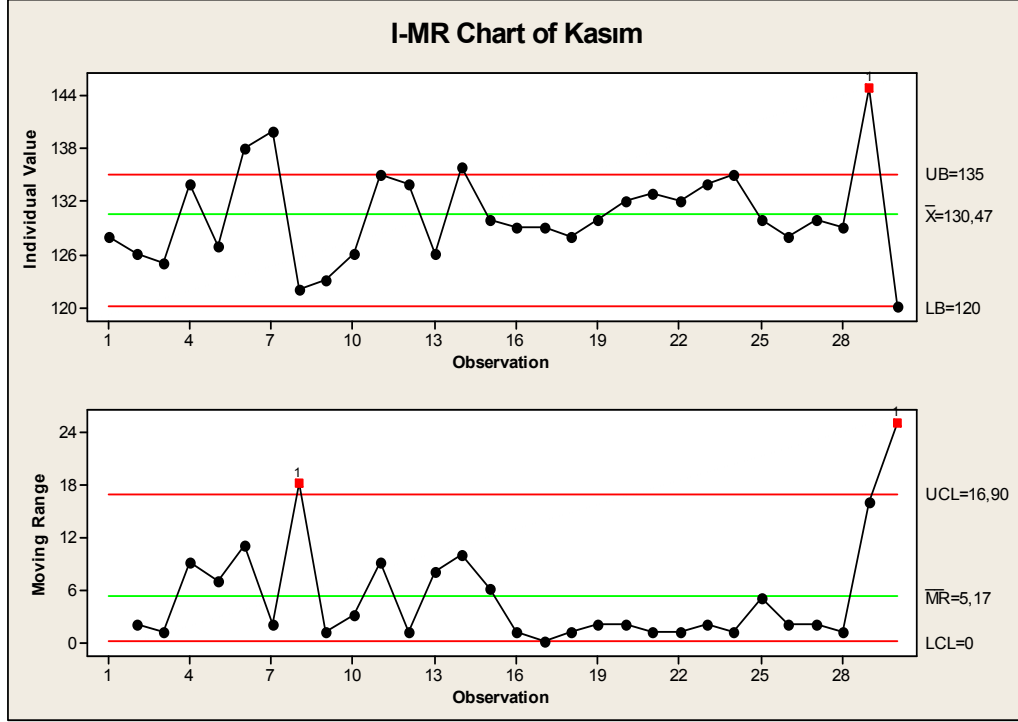
Bu hat hızlarının belli değerlere indirilmesindeki sebep gelen bobine ve özelliklerine ve hattın durumuna göre belirli aralıklarla yapılan ayarlamalardır. Hızlarda ve püskürme miktarlarında yapılan bu iyileştirme denemesi sonuç vermiş ve daha önce verilen tabloda görüldüğü üzere sarf miktarlarında azalma gözlenmiştir. Bu iyileştirme çalışmasından sonra aylık bazda ölçülen asit sarf miktarlarındaki azalma ve limitler içinde bulunma çizelgelere yansımıştır.

6.2.4.6.4 Yapılan iyileştirmeye ait sonuçların izlenmesi ve değerlendirilmesi

Yapılan değişiklik ve ayarlamalar sonucunda gözlenen iyileşmeler Kasım ayından itibaren çizilen çizelgelerde gözlemlenmiştir. Buna göre Kasım ayında elde edilen veriler ile çizilen çizelge incelendiğinde Ekim ayında neredeyse yarı yarıya olan limit dışı değerlerin sayısının bu çizelgede 5 – 6'lara kadar indiği görülebilmektedir. Ayrıca Kasım ayından itibaren daha önce bahsi geçen ve limit dışındaki durumların kontrol altında tutularak genel mi yoksa özel sebepten mi kaynaklandığının takip edilmesiyle önlemlerin alınması süresini kısaltan Yaşam Kartları denilen kartlar tutulmaya başlanmıştır. Bununla birlikte de limit dışında oluşan değerlerin nedenleri de daha kolaylıkla belirlenip yerinde ve zamanında önlemlerin alınması kolaylaşmıştır. Tabloda görülen bu değerler de alınan önlemin hat açısından iyileşme sağladığı fakat halen limit dışındaki değerlerin olmasıyla yapılması gereken iyileştirmelerin olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca çizelge incelendiğinde Ekim ayı değerlerinde oldukça yüksek değerlerde seyreden Mr değerlerinin de olması gereken sıfır değerine yaklaştığı gözlemlenmektedir.

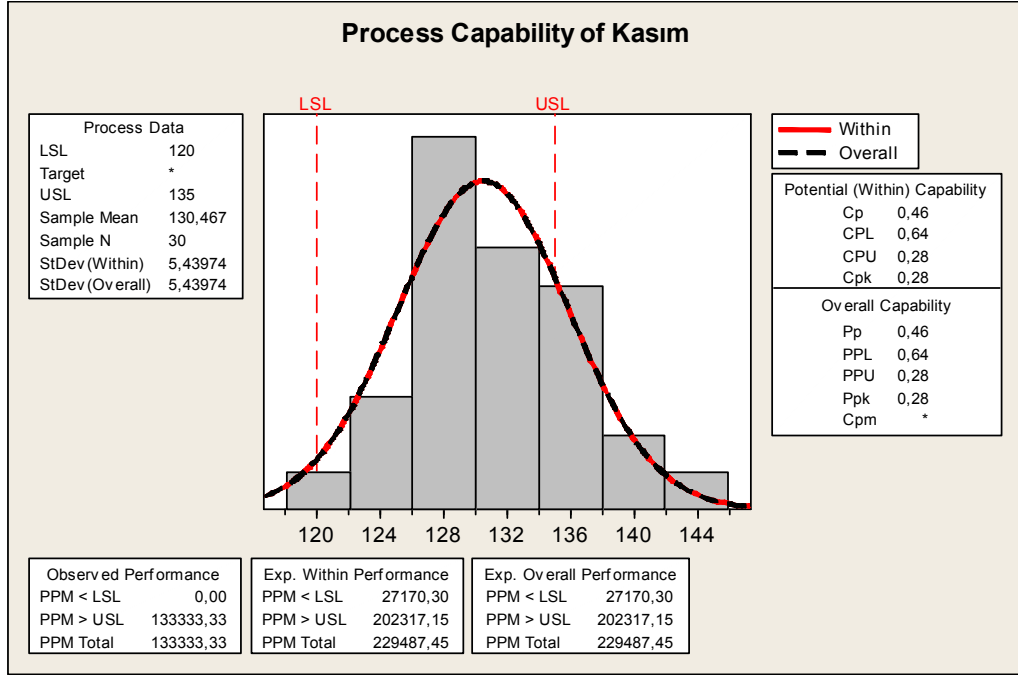
Kasım ayına ait X-Mr çizelgesi şu şekildedir;

Tablo 6.3: Kasım ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları



Proses yeterlilik değerlerine bakıldığında da cp ve cpk değerlerinde kısmi iyileşmelerin olduğu fakat histograma bakılarak halen ölçülen değerlerin limitlerin dışında ve geniş aralıkta olduğunu göstermektedir. Bu yayılımın daraltılması gerekliliği, iyileşme çalışmasının sürdürülmesi gerekliliğini doğrulamaktadır. Ekim ayına ait proses yeterliliği aşağıdaki gibidir;

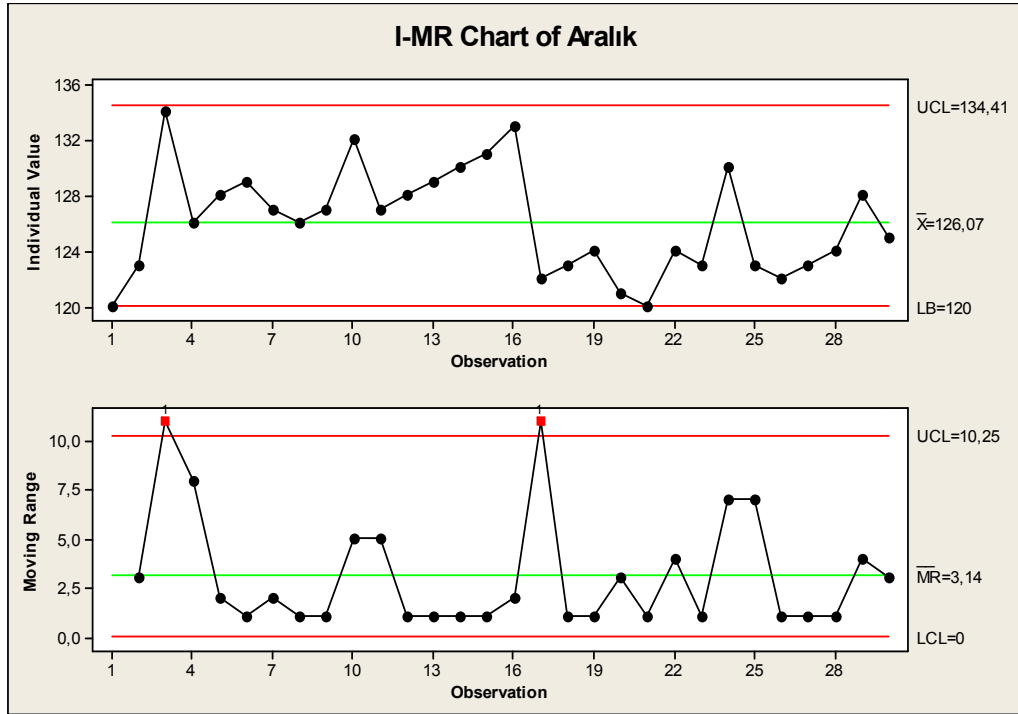
Tablo 6.4 : Kasım ayına ait proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları



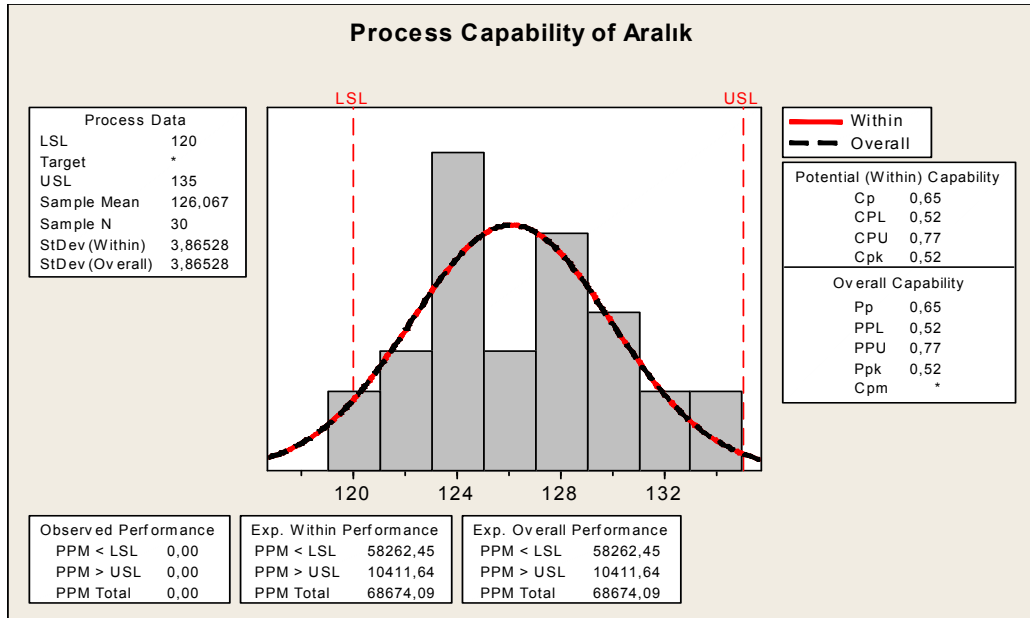
Kasımdan itibaren belirgin şekilde başlayan bu iyileşme çalışmaları, takip eden aylarda da devam etmiş ve bu süreklilik çizelgelere ve proses yeterliliklerine yansımıştır.

Aralık ayında da iyileştirmenin ardından izlemeler devam etmiş ve asit sarfiyatlarında düşüş devam etmiştir. Aralık ayına bakılacak olursa hem limit değerleri arasındaki ölçülen değer sayısının arttığı hem de proses yeterliliklerinin önceye oranla iyileşme gösterdiği gözlenmektedir.

Tablo 6.5 : Aralık ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları

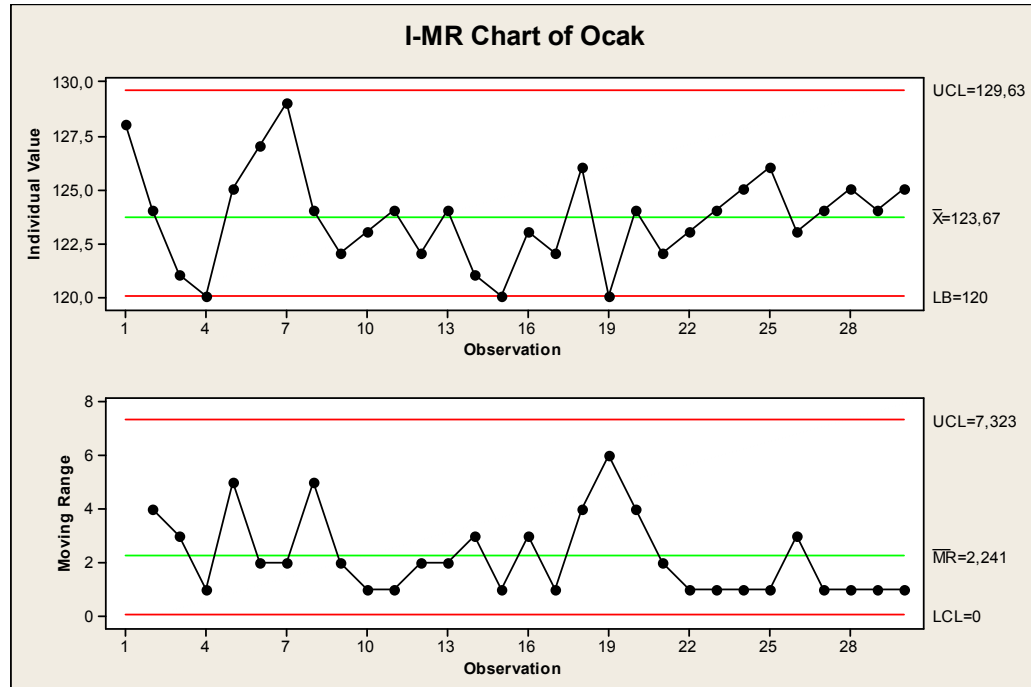


Tablo 6.6: Aralık ayına ait proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları

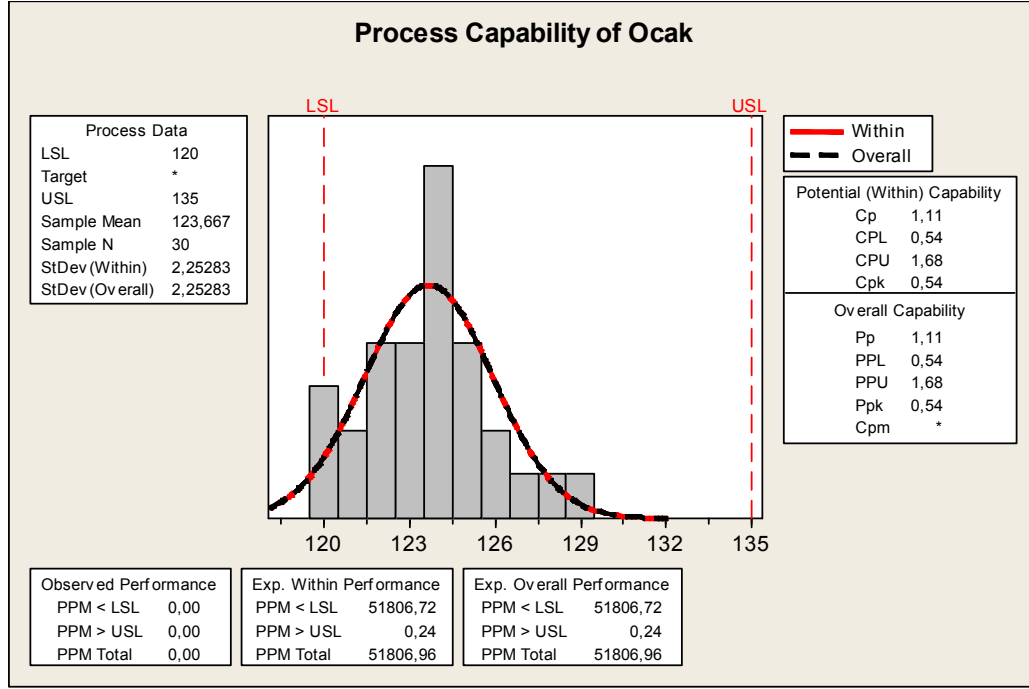


Ocak ayına bakıldığında ise Ekim ayından sonra elde edilen iyileşme sonuçları net şekilde gözlenebilmektedir. Ekim ayında $cp=0,49$ ve $cpk=0,03$ gibi oldukça düşük değerlerde iken yapılan püskürtme hızı ayarlarıyla ve basit diğer düzeltmelerle birlikte bu değer Ocak ayında $cp=1.11$ ve $cpk=0,54$ değerlerine ulaşmıştır. X-Mr çizelgelerine bakıldığında ise tüketim miktarı Ekim ayında sınır değerler olan 135'in oldukça üzerinde seyrederken sonraki aylarda bu tüketim miktarları Ocak ayına kadar oldukça düşüş göstermiştir. Pilot çalışma sonucunda belirlenen limit değerlerinin de kısmi bir azalmaya uğradığı gözlenebilir. Ayrıca proses yeterliliklerine bakıldığında, limit dışı değerlerin oldukça azaldığı görülmektedir. Limit değerlerindeki bu düşüşün müşteriden şikayet gelmeyecek değerlere kadar düşürülmesi ve halen yapılan düzeltici ve önleyici faaliyetlerle bu cp ve cpk değerlerin en geç Mayıs ayına kadar 1,33'ü geçmesi hedeflenmektedir. Ocak ayına ait X-Mr ve proses yeterliliği tabloları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.7: Ocak ayına ait X-Mr çizelgesi ölçüm sonuçları



Tablo 6.8: Ocak ayına ait proses yeterlilikleri ölçüm sonuçları



Bu tüketim sarflarının düşmesiyle birlikte üretilen mamul miktarı kullanılarak hesaplanan asit tüketim oranları ise şöyledir.

Tablo 6.9: Ekim ayı itibariyle asit sarf ve üretim oranları

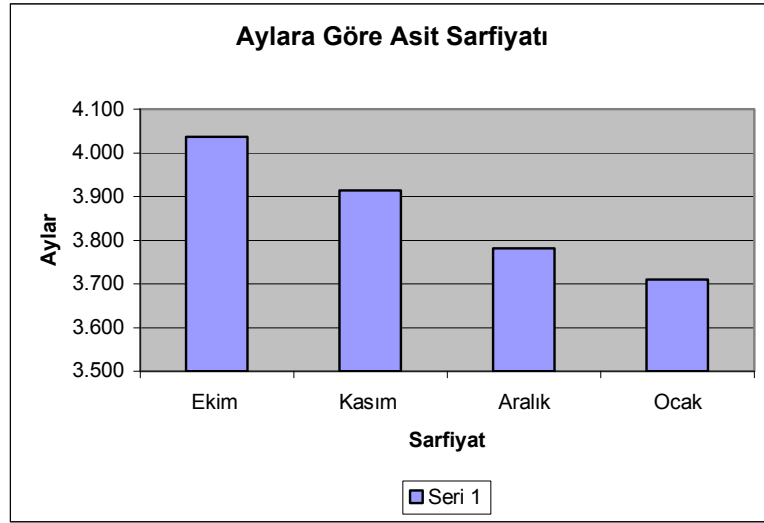
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak
Asit Tüketimi(m ³)	4.036	3.930	3.782	3.722
Mamül Üretimi (ton)	110.527	115.562	132.708	146.971
Tüketim Oranı m ³ /ton	0,037	0,034	0,028	0,025

Görüldüğü gibi yapılan bu iyileştirme çalışmasıyla tüketim oranı Ekim ayında 0,037 iken Ocak ayı itibariyle 0,025 değerine kadar düşmüştür. Ayrıca bu düşüş maliyet

değerine ve doğalgaz tüketim miktarlarına da olumlu etkiler sağlamıştır. Doğalgaz tüketim oranları Ekim ayında 4,93 iken Ocak ayında bu değer 3,89 kadar düşmüştür.

İyileştirme öncesi ve sonrasındaki asit sarfiyatına ait iyileşmenin aylar bazında grafiğini ve asit sarf miktarlarının iyileştirme çalışması öncesi ve sonrasına ait ölçümlerini gösteren tablolar şu şekildedir;

Tablo 6.10: Asit sarfiyatlarına ilişkin aylık iyileşme grafiği



Tablo 6.11: İyileştirme öncesi ve sonrası ölçüm değerleri

Ekim	Kasım	Aralık	Ocak
127	128	120	128
123	126	123	130
138	125	134	121
140	134	126	120
133	127	128	125
136	138	129	127
140	140	127	129
144	122	126	124
132	123	127	122
135	126	132	123
133	135	127	124
135	134	128	122
136	126	129	124
129	136	130	117
130	130	131	120
137	129	133	123
136	129	122	122
135	128	123	126
137	130	124	120
144	132	121	124
134	133	120	132
137	142	124	123
144	134	123	124
133	135	130	125
133	136	123	126
127	128	122	123
128	130	123	124
129	129	124	125
135	145	128	124
136	120	125	125
4.036	3.930	3.782	3.722

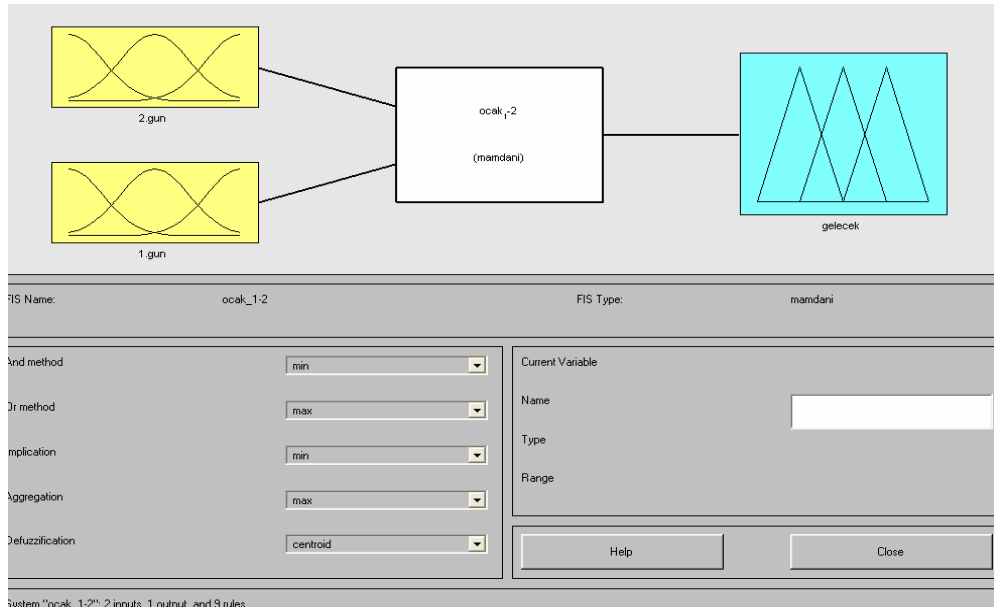
Bu iyileştirme çalışmasından sonra kontrol altına alınan proses için gelecekteki asit sarfiyatının tahmin edilmesi, asit temini ve maliyetlerin daha da düşürülmesi amacıyla büyük önem kazanmıştır.

6.3 Bulanık Mantık Uygulaması

Gelecek asit sarfiyatı tahmini çalışmasında Bulanık Mantık yöntemi tercih edilmiştir. Bu tez çalışmasında, bu sarfiyat tahmininde kullanılacak metot hakkında bilgiler verilmiş ve metot örneklerle açıklanmıştır.

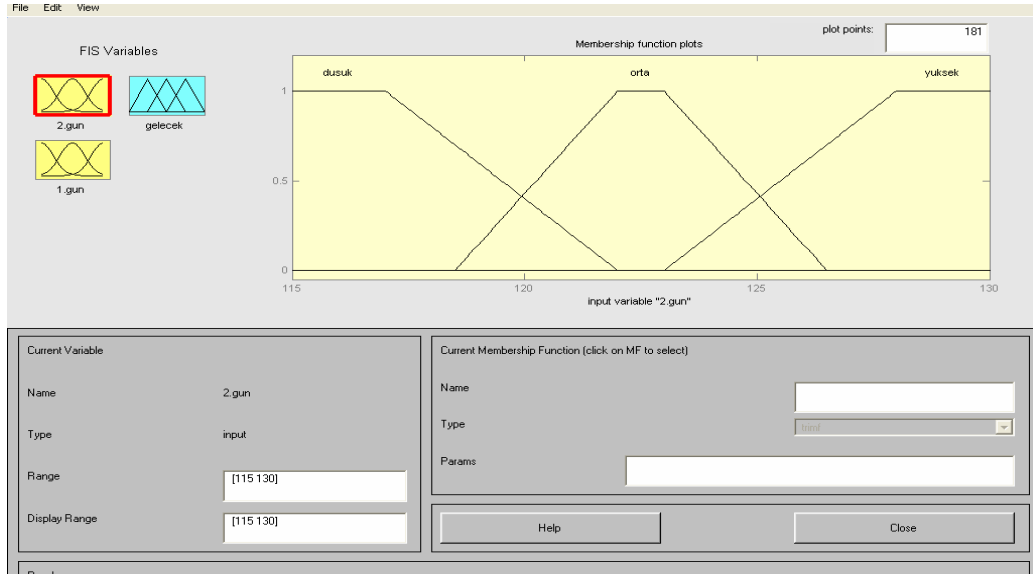
Bu çalışmada bulanık mantık, temel olarak birinci ve ikinci günlerin verilerinin kullanılmasıyla gelecekte (üçüncü günde) oluşacak verinin tahmini için kullanılmaktadır. Buradan hareketle üçüncü günde olması gereken değer bu yöntemle belirlenmiş, oluşan değer ile karşılaştırılmış ve sapma değerleri bulunmuştur. Burada birinci ve ikinci gün verileri ağırlıklandırılarak günlerin gelecekteki veriler üzerine olabilecek etkileri incelenmiştir. 1-2 yani ikinci günün iki kat etki ettiği günler ve 2-3 yani birinci günün etkisinin 2 kat, ikinci günün etkisinin 3 kat olduğu değerler incelenmiştir. Bu değerlere ait girdi çıktı değişkenleri tanımlanmış, üyelik fonksiyonları ve kurallar belirlenmiş ve işlemler yapılmıştır. Bu örneklere ait grafikler aşağıdaki gibidir.

İkinci günün iki kat daha fazla etki ettiği farz edilen duruma ait grafiklerden ilki girdi çıktı değişkenlerinin gösterildiği grafikdir. Burada sınır değerler ve üyelik fonksiyonları belirlenir. Girdi değişkenleri birinci ve ikinci gün; çıktı değişkeni de daha önce ifade edildiği gibi gelecek değer olarak belirlenmiştir.



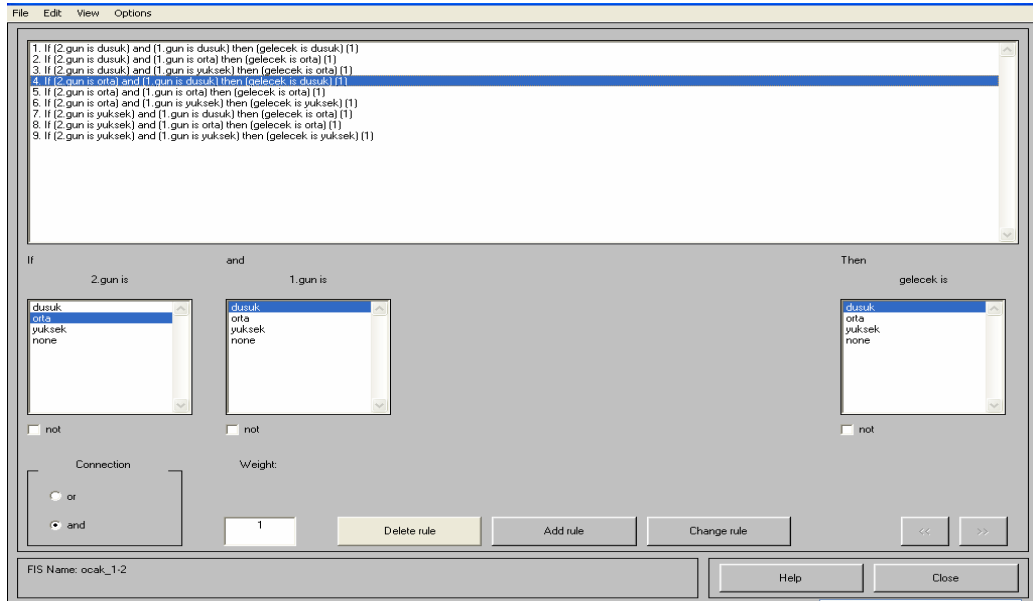
Şekil 6.10: Durum 1'e ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi

Daha sonra her değişken için üyelik fonksiyonları belirlenmiştir.



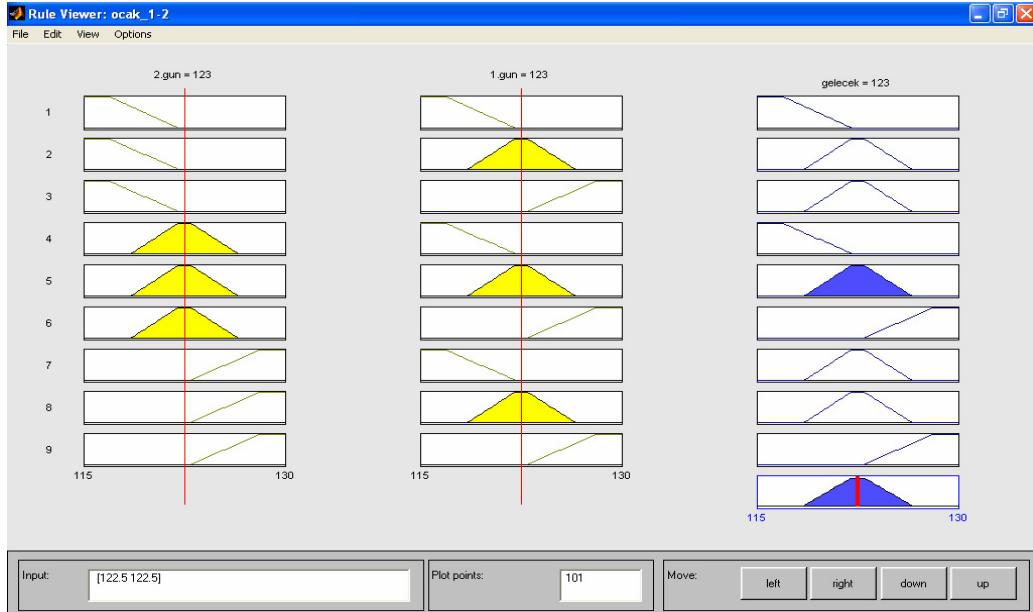
Şekil 6.11: Durum 1'e ait üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi

Daha sonra bu çalışmanın sonuçlarına etki edecek kurallar belirlenmiştir. Burada üyelik fonksiyonları sarfiyat miktarlarını gösterdiğinden dolayı düşük, orta, yüksek şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 6.12: Durum 1'in üyelik fonksiyonlarına ait kuralların belirlenmesi

Üyelik fonksiyonları ve kurallar belirlendikten sonra Matlab 5.3'te hazırlanan bu çalışmadaki kurallar dahilinde birinci ve ikinci gün değerlerinden faydalanarak gelecekteki üçüncü günün tahminleri yapılmıştır. Bu tahminler yapılırken, İstatistiksel Proses Kontrol çalışmalarıyla iyileştirilmiş prosesin ocak ayına ait veriler kullanılmıştır.



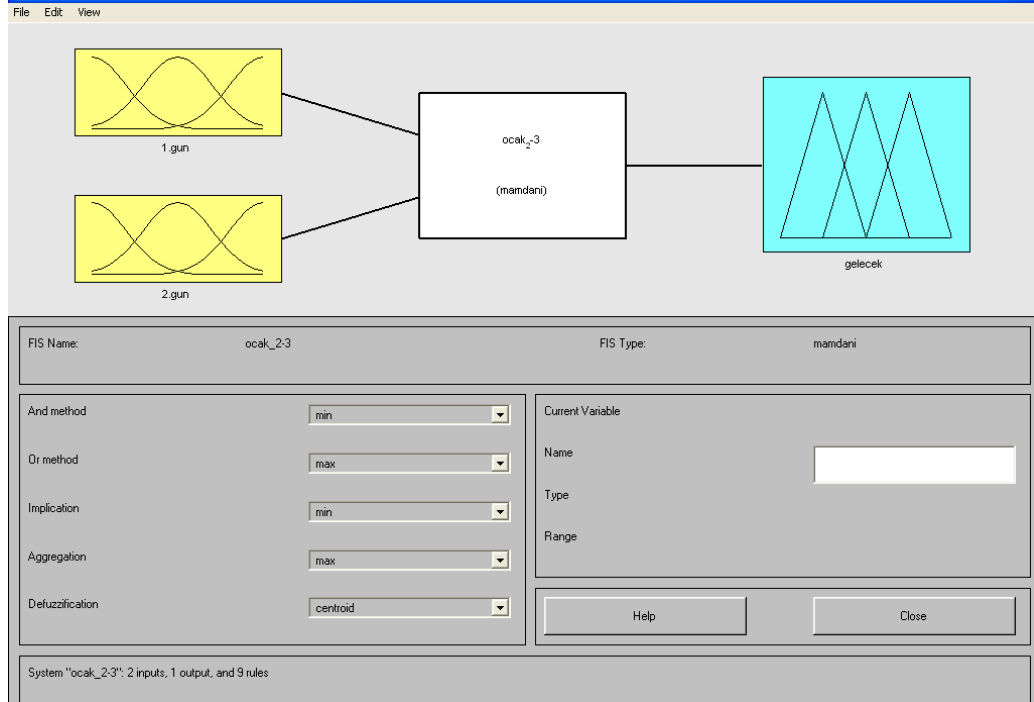
Şekil 6.13: Durum 1'e ait ocak ayı tahmin değerleri

Bu tahmin değerleri gerçekleşen değerlerle karşılaştırılmış ve sapma değerleri hesaplanmıştır. Buna göre ikinci gün ve birinci günün katsayı değerlerinin 1 ve 2 olduğu durumda ortaya çıkan değerler ve sapma miktarları şöyledir;

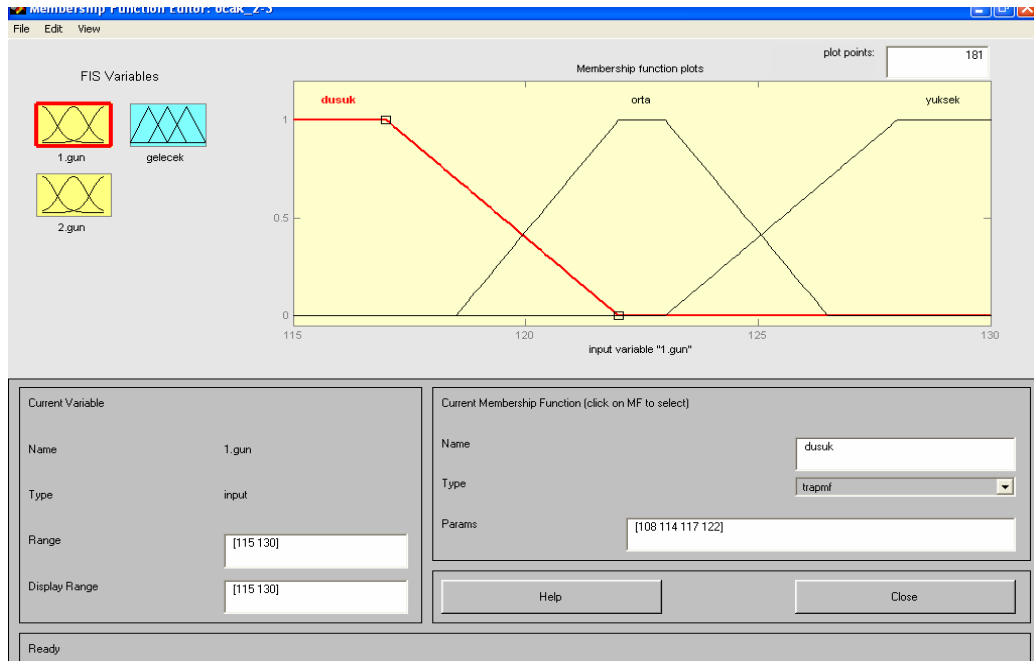
Tablo 6.12: : Durum 1'e ait sapma miktarları

ölçüm değeri (gerçeklesen)	hesaplanan değer	sapma miktarı	sapmanın karesi
128	0		
130	0		
121	128	7	49
120	126	6	36
125	121	-4	16
127	120	-7	49
129	125	-4	16
124	127	3	9
122	127	5	25
123	123	0	0
124	123	-1	1
122	123	1	1
124	123	-1	1
117	123	6	36
120	118	-2	4
123	120	-3	9
122	123	1	1
126	122	-4	16
120	125	5	25
124	120	-4	16
132	123	-9	81
123	127	4	16
124	123	-1	1
125	124	-1	1
126	125	-1	1
123	123	0	0
124	123	-1	1
125	124	-1	1
124	125	1	1
125	124	-1	1
sapma miktarı			414

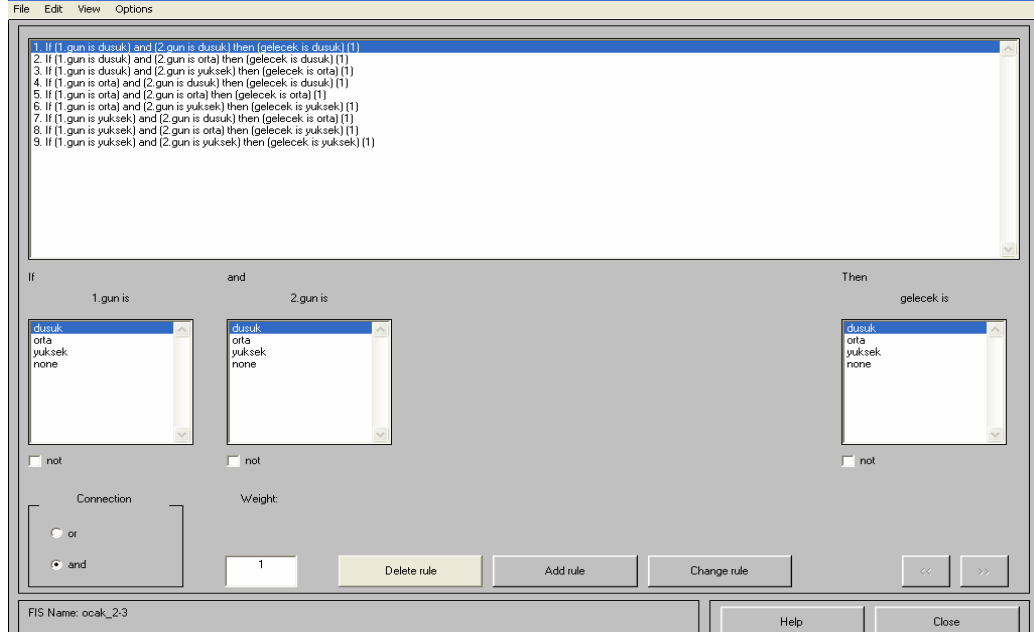
Buna göre hesaplanan sapma değeri yani sapmaların kareleri toplamı 414'tür. Diğer durumda çizilen grafikler ise şöyledir;



Şekil 6.14: Durum 2'e ait girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi

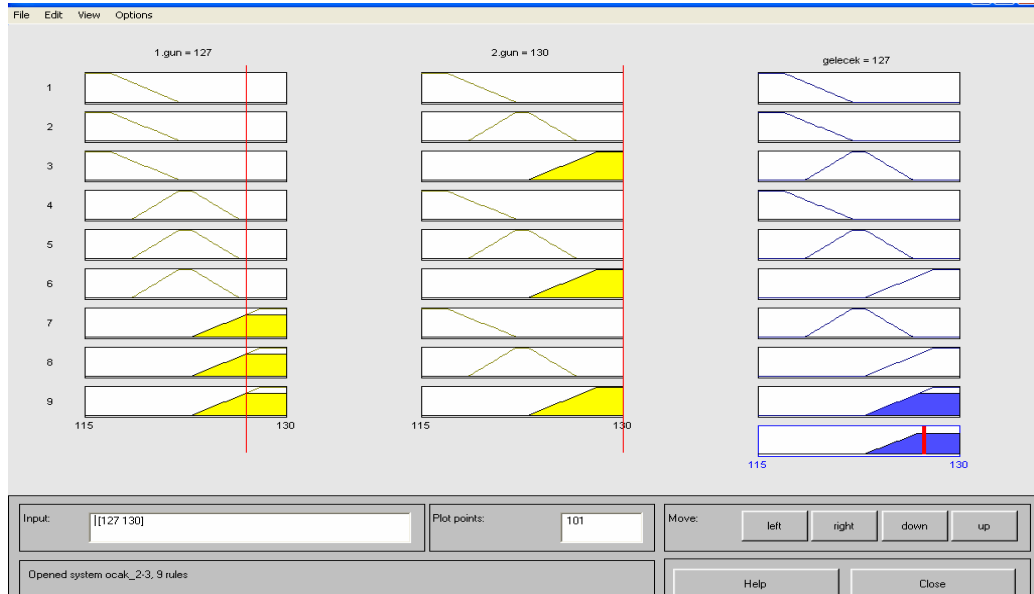


Şekil 6.15: Durum 2'e ait üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi



Şekil 6.16: Durum 2'in üyelik fonksiyonlarına ait kuralların belirlenmesi

Bu durum için de tüm üyelik fonksiyonları ve kurallar belirlendikten sonra geçmiş verilerden yararlanarak tahminler yapılmış ve gelecek değerler hesaplanmıştır. Daha sonra da birinci durumda olduğu gibi sapma değeri hesaplanmıştır.



Şekil 6.17: Durum 2'e ait ocak ayı tahmin değerleri

Tablo 6.13: : Durum 2'e ait sapma miktarları

ölçüm değeri (gerçeklesen)	hesaplanan değer	sapma miktarı	sapmanın karesi
128	0		
130	0		
121	128	7	49
120	126	6	36
125	120	-5	25
127	123	-4	16
129	127	-2	4
124	127	3	9
122	127	5	25
123	123	0	0
124	123	-1	1
122	123	1	1
124	123	-1	1
117	119	2	4
120	118	-2	4
123	120	-3	9
122	123	1	1
126	126	0	0
120	124	4	16
124	122	-2	4
132	127	-5	25
123	128	5	25
124	123	-1	1
125	125	0	0
126	126	0	0
123	126	3	9
124	123	-1	1
125	125	0	0
124	125	1	1
125	125	0	0
sapma miktarı			267

Katsayıların birinci ve ikinci gün için sırasıyla 2 ve 3 olduğu durumda görüldüğü gibi bir önceki duruma göre daha düşük bir sapma değeri bulunmuştur. Burada incelenen bu iki durumdan seçim yapılması olası durum katsayıların 2 ve 3 olduğu ikinci durumdur. Bu durumlar ile ilgili elde edilen sonuçlar, ileride bu yöntem ile yapılacak çalışmalar için temel bir uygulama çalışması örneği özelliği taşımaktadır.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Otomotiv sanayi, günümüzde tüm sanayileşmiş ülkelerde ekonominin lokomotifi olarak kabul edilmektedir. Otomotiv sanayi demir-çelik, petro-kimya, lastik gibi temel sanayi dallarında başlıca alıcı ve bu sektörlerdeki teknolojik gelişmenin de sürükleyicisidir. Dünyada toplam motorlu taşıt üretiminin yaklaşık % 70 ini otomobil üretimi oluşturmaktadır.

Türk Otomotiv Ana ve Yan Sanayi, küresel otomotiv sanayinin ayrılmaz parçası olmuştur. Türk Otomotiv Yan Sanayi bugün üretiminin % 90'ını dünya pazarları için üretilen araçlara veya yedek parça pazarına satmaktadır. Türk otomotiv sektöründe, ana sanayide 17, yan sanayide ise 1100 civarında firma faaliyet göstermektedir. Büyük çoğunluğunu İstanbul, Bursa ve İzmir'de yerleşik KOBİ'lerin oluşturduğu yan sanayide 70 bin kişi istihdam edilmektedir.

Bu gün itibarıyla, Türk Otomotiv sanayinin ulaştığı mevcut durumundan bahsetmek gerekirse Türkiye, 1,2 Milyon Adet Üretim Kapasitesi, Avrupa Birliği'nde 1. Otobüs Üreticisi, Avrupa Birliği'nde 3. Hafif Ticari Araç Üreticisi, Avrupa Birliği'nde 3. Kamyon Pazarı, Dünyanın 17. Otomotiv Üreticisi, Dünyanın 20. En Büyük Ekonomisi olarak sektörde yerini almıştır.

İşte teknolojideki gelişim ile giderek daha da önemli hale gelen bu sektörde varolmak da gün geçtikçe bir o kadar zorlaşmaktadır. Bu da firmaları yeni Kalite Sistemleri ile varolan sistemlerini ve süreçlerini iyileştirmek suretiyle, değişkenliği ve kara direkt etkisi olan maliyetlerini azaltmak ve sonuçta müşteriye en iyi hizmeti verebilmeye yönelmektedir.

Uygulama kısmında anlatılan bu çalışma, bu sistem kapsamında yürütülen projelerden biri olan ve endüstride en çok kullanılan istatistiksel tekniklerden biri

olan İstatistiksel Proses Kontrol ile yapılmış bir çalışmadır. Bu İPK yöntemini kullanırken prosesin yapısına ve numune alma yöntemine en uygun izleme yöntemi olarak da Kontrol Çizelgeleri ve Proses Yeterliliklerinin izlenmesine karar verilmiştir. 2. Soğuk Haddehane’de ortaya çıkan ve personel tarafından fark edilen bu sorun belirlendikten sonra gerekli durum değerlendirmeleri yapılmış ve bunların değerlendirmeler sonucunda alınabilecek önlemler belirlenmiştir. Bu çalışma 2006 yılının Ekim ayında başlatılmış olup halen sürdürülmekte ve iyileşmeler takip edilmektedir. Sorun fark edildikten ve kök nedenler belirlendikten sonra bu kök nedenler gözlem ve İPK yöntemi kullanılarak doğrulanmıştır. Sonrasında geçen dört aylık süre içerisinde 2. Soğuk Haddehanede yine kontrol çizelgeleri ve proses yeterliliklerinin hesaplanmasıyla belirlenen önlemler uygulanmıştır. Asit sarfları ve mamul üzerinde oluşan fazla asit oluşumunun önüne geçilerek hem müşteri şikayetleri azaltılmış hem de şirkette fazla maliyete neden olan asit sarfları azaltılmıştır. Ayrıca hız azaltımından dolayı kullanılan doğalgazdan da tasarruf edilmiştir.

Çalışmanın devamında ise iyileştirilen prosese ait gelecekte oluşması muhtemel sarfiyat tahminleri yapılmıştır. Bu amaçla detaylı bir literatür araştırması yapılarak tahminleme çalışmalarında sıkça kullanılan ve iyi sonuçlar elde edilen Bulanık Mantık Yöntemi uygulama metodu olarak belirlenmiştir. Bu amaçla incelenen uygulama çeşitlerinde (makale, tez, araştırma vs.) yer alan bulanık mantık yöntemine ait uygulamalar göz önüne alınarak hazırlanan bu tez çalışmasında, geleceğe ait asit sarfiyatının tahmin edilerek kullanılacak ve tedarik edilecek asit miktarının belirlenmesiyle gelecekte daha etkin bir satın alma planlamasının gerçekleştirilebilmesi çalışmalarına ışık tutabilecek bir uygulama çalışması hazırlanmıştır.

Bu çalışmada çizelgelerin çiziminde Minitab–14 adlı bir istatistiksel proses kontrol izleme programından yararlanılmıştır. Çalışmalarda bu program kullanımının tercih edilmesinin sebebi, istatistiksel çalışmalarda şu an kullanılan en iyi programlardan bir tanesi olması ve ileride yapılacak (6 Sigma vb. gibi) daha kapsamlı istatistiksel iyileştirme çalışmalarında daha etkin kullanım alanının olacağı planlanmıştır. Ayrıca geleceğe yönelik tahminleme yapılırken ileri yapay zeka yöntemlerinden olan

Bulanık Mantık uygulamalarında oldukça iyi sonuçlar veren Matlab 5.3 Fuzzy Logic Toolbox'tan yararlanılmıştır.

İPK tekniklerinin kullanımı yapılan bu iyileştirme sonucunda elde edilen getiri özetle şu şekilde ifade edilebilir:

Doğalgaz Tüketimi

(Değerler aylar bazında artış göstermekte fakat üretim oranlarıyla birlikte bu sarfiyat miktarı daha öncede belirtildiği gibi azalmıştır.)

Ekim Ayı Sarfiyat: 545000

Kasım Ayı Sarfiyat: 468000

Aralık: 520000

Ocak: 523000

Doğalgazın Ortalama Kullanım Fiyatı (m^3 başına) : 0,45 YTL

Aylar bazında doğalgaz giderleri

Ekim: $545000 \times 0,45 = 245250$ YTL

Kasım: $468000 \times 0,45 = 210600$ YTL

Aralık: $520000 \times 0,45 = 234000$ YTL

Ocak: $523000 \times 0,45 = 235350$ YTL

Bu sonuçlara göre ortalama doğalgaz giderleri bu çalışma sonucunda yaklaşık %6 oranında düşüş göstermiştir.

Asit Sarfiyat Oranları:

Ekim Ayı Sarfiyat: 4.036

Kasım Ayı Sarfiyat: 3.930

Aralık: 3.782

Ocak: 3.722

Asit Kullanım Fiyatı (ton başına) : 105 \$/ ton

Ekim: 4036 x 105 = 423780 \$

Kasım: 3930 x 105 = 412650 \$

Aralık: 3782 x 105 = 397110 \$

Ocak: 3722 x 105 = 390810 \$

Burada da asit kullanım oranında %8 lik bir düşüş, giderlere de yukarıdaki gibi yansımıştır.

Ayrıca 2005 yılında 4,6 m3/ ton olan doğalgaz sarfiyatı bu çalışma sonrasında 2006 yılında toplam 4,1 m3/ton olarak gerçekleşmiştir. Gerçekleşen bu 0,5'lik azalma hesaplamalara şöyle yansımıştır.

$1.482.000 \times 0,5 \times 0,45 = 333.450 \text{ YTL}$

Bu hesaplamalardan da görüldüğü üzere doğalgaza ve kullanılan aside harcanan tutarlar ekim ayından itibaren düşüş göstermiştir. Ayrıca, bu çalışma sonucunda 333.450 YTL'lik bir kazanç elde edilmiştir.

Bu çalışma yanında yapılan farklı iyileştirme çalışmaları ile hem bu iyileştirmenin yapıldığı Asitleme Tandem hattında, hem diğer hatlarda hem de farklı bölümlerde yer alan hatlarda problemler tespit edilmekte ve gerek İPK ile gerekse farklı yöntemlerle bu problemler çözülmektedir. Bu iyileştirme çalışmaları için, kurulan iyileştirme takımları, 8D takımları, Öneri Sistemi ile de hatlardaki personel dahil tüm çalışanlar her türlü iyileştirmeye açık alan hakkında iyileştirme önerisi verebilmekte, bu öneriler de ilgili birimler tarafından uygun yöntemler kullanılarak değerlendirmeye alınmaktadır. Bu da şirket bünyesinde iyileştirme çalışmalarının sürekli olarak devam ettiğinin bir göstergesidir.

KAYNAKLAR

Akdoğan E., “Kavşak Trafikinin Kontrolü İçin Bir Sinyal Zamanlama Algoritması Ve Uzman Sistem Yaklaşımında Kullanılması”, *Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi*, Gazi Üniversitesi, Ankara, 1, (2002)

Baray A., “Belirsizlik Ölçümüne Dayalı Bir Proses Kontrol Diyagramı”, *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 63-75, (2006)

Bedük A., “Yeni Yönetim Tekniği: Benchmarking”, *Dış Ticaret Dergisi*, Ankara, 19, 1-4, (2000)

Bircan H., Gedik H., “Tekstil Sektörde İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri Uygulaması Üzerine Bir Deneme”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4, 69-79, (2003)

Bozkurt, R., “Kalite İyileştirme Araç ve Yöntemleri”, 1. Baskı, *MPM Yayınları*, İstanbul, (1998)

Bozkurt, R., “Süreç İyileştirme”, 3. Basım, *MPM Yayınları*, Ankara, 32-37, (2003)

Chang, S. I., Aw, C. A., “A Neural Fuzzy Control Chart For Detecting And Classifying Process Mean Shifts”, *International Journal of Production Research*, Vol:34, 2265 – 2278, (1996)

Chang, S. I., Ho, E. S., "A Two-Stage Neural Network Approach for Process Variance Change Detection and Classification," *International Journal of Production Research*, Vol: 37, 1581-1599, (1999)

Cheng, C.B., “Fuzzy Process Control: Construction Of Control Charts With Fuzzy Numbers”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol:154, 287-303 (2005)

Chung, Y.K., Chen, Y.S., Tasi, C.R., “Modeling Multivariate Statistical Process Control Charts By ART2 Neural Networks”, *SICE Annual Conference, Hokkaido Institute of Tecnology, Japan*, 525-529, (2004)

Coppia, R., Gil, M.A., Kiers, H.A.L., “The Fuzzy Approach To Statistical Analysis” *Computational Statistics & Data Analysis*, Vol:51, 1-14, (2006)

Çetin, C., Akın B., Erol V., “Toplam Kalite Yönetimi ve Kalite Güvence Sistemi”, 2.Baskı, *Beta Yayın*, İstanbul, 215-219, (2001)

- Demirel, A.S., Arslan, M., “Fuzzy Logic and Control”, Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Dönem Projesi , *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 3-6, (2002)
- Durman, B., Pakdil, F., “İstatistikî Proses Kontrol Uygulamaları İçin Bir Kontrol Sistem Tasarımı”, *VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi, 26-27 Mayıs (2005)
- Grant, E. L., “Statistical Quality Control”, Third Edition, *Mc Graw-Hill Company*, 3-5, (1964)
- Guh, R.G., “Robustness Of The Neural Network Based Control Chart Pattern Recognition System To Non-Normality”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol: 19, 97-112, (2002)
- El-Shal, S. M., Morris, A. S. “A Fuzzy Expert System For Fault Detection in Statistical Process Control of Industrial Processes”, *Ieee Transactions On Systems, Man, And Cybernetics-Part C: Applications And Reviews*, vol:30, 281-289, (2000)
- International Symposium, “Statistical Process Control In The Steel Industry”, First Edition, *Iron and Steel Society*, America, (1985)
- Ishikawa, K., “Guide To Quality Control”, Second Revised Edition, *Asian Productivity Organization*, 30-60, (1982)
- BSI, “ISO/TS 16949:2000 Bilinçlendirme Semineri”, *BSI Eurasia Yönetim Sistemleri Belgelendirme Ltd. Şti.*, 52-55, (2002)
- Işık M., “İPK/FMEA/MSA/APQP/PPAP Eğitim Notları”, Bursa, 10-40, (2006)
- Juran, J.M., Frank G., “Juran’s Quality Control Handbook”, First Edition, *United States*, America, (1962)
- Kars, S. K., Kuru, A., “İstatistiksel Proses Kontrol Eğitim Notları”, 72-78, (2002)
- Kaya, İ., Gözen, Ş., Engin, O., “Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Uzman Sistemlerin Kullanımı”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1, 87-101, (2004)
- Kaya, İ., Engin, O., “Kalite İyileştirme Sürecinde Yapay Zekâ Tekniklerinin Kullanımı”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Denizli, 11, 103-114, (2005)
- Kaya, İ., Oktay, S., Engin, O., “Kalite Kontrol Problemlerinin Çözümünde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı” *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Kayseri, 21, 92-107, (2005)
- Kıyak E., Kahvecioğlu A., “Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 1 , 63-72, (2003)

- Kobu, B., “Üretim Yönetimi”, *Avciol Basım Yayın*, İstanbul, 220-224, (2003)
- Koyuncu E., “Bulanık Mantık”, *Teknolojist Dergisi*, 1, 5-7, (2004)
- Köksal G., “Problem Çözme Teknikleri”, *Eğitimde Toplam Kalite Yönetimi Semineri*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Yalova, 6, (2001)
- Nababan, E.B. , Hamdan, A.R. , Hasan, M.K. Mohamed, H., “Fuzzy Membership Function In Determining Statistical Process Control Position”, *Engineering Management Conference IEEE International*, Vol: 3, 1066- 1070, (2004)
- Otomotiv* [online],
http://www.dnv.com.tr/sertifikasyon/yonetim_sistemi/kalite_yonetimi/Otomotiv/index.asp (**Ziyaret Tarihi : 10 Şubat 2007**)
- Öndemir Ö., Şen C., Baraçlı H., “Hata Türü ve Etkileri Analizinde Bulanık Mantık Yaklaşımının Kullanılabilirliği”, *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, Çukurova Üniversitesi & Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep-Adana, 2, 15-18 Haziran (2004)
- Özcan S., “İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi ve Çimento Sanayinde Bir Uygulama”, *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2, 153-174, (2001)
- Özgen, H., Ölçer, F., “Toplam Kalite Yönetiminde Benchmarking Uygulaması”, *Standart Dergisi*, 44, 72-74, (1998).
- Pacella, M., Semeraro, Q., Anglani, A., “Adaptive Resonance Theory-Based Neural Algorithms For Manufacturing Process Quality Control”, *International Journal of Production Research*, Vol: 42, 4581 – 4607, (2004)
- Pacella, M., Semeraro, Q., “Using Recurrent Neural Networks To Detect Changes In Autocorrelated Processes For Quality Monitoring”, *Computers and Industrial Engineering*, Vol:52, 502-520, (2007)
- Purpose Of A Histogram* [online],
<http://www.isixsigma.com/library/content/c010527c.asp>, (**Ziyaret Tarihi: 11.Ocak.2007**)
- Saraç, O., “Benchmarking ve Stratejik Yönetim”, *Sayıştay Dergisi*, 56, 53-77, (2005)
- Sarıkaya B., “Temsal A. Ş.’de Süreç Yönetimi”, *Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, Çukurova Üniversitesi & Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep-Adana, 1-3, 15-18 Haziran (2004)
- Saruhan, H. İ., “Teknoloji Yönetimi”, *Desnet Yayınları*, İstanbul, 1, 236, (1998)
- “Statistical Process Control Reference Manual”, Second Edition, *Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation*, 75-78, (1995)

Süreç Yönetimi [online], <http://www.filizeyuboglu.com/yazi.html>, (**Ziyaret Tarihi: 12.Nisan.2007**)

Süreç İyileştirme Çalışmalarında Kullanılan Teknikler [online], <http://www.ikademi.com/orgutsel-davranis/452-surec-iyilestirme-calismalarinda-kullanilan-teknikler.html> (**Ziyaret Tarihi : 21 Nisan 2007**)

Stewart, D., Cheraghi, S. H., Malzahn, D., “Fuzzy Defect Avoidance System (FDAS) For Product Defect Control”, *International Journal of Production Research*, Vol: 42, 3159 – 3182, (2004)

Tannock, J. D. T., “A Fuzzy Control Charting Method For Individuals”, *International Journal of Production Research*, Vol: 41, 1017 – 1032, (2003)

Tekin İ., Şahin O., “Bulanık Uzman Sistemler”, İşletme Mühendisliği Yüksek Lisans Projesi, *İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi*, İstanbul, 2-10, (2006)

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Personel Müdürlüğü, “Eğitimde Kalite Ödülü El Kitabı”, Ankara, 70-75, (2005)

Uğur, N., Çaltuğ, H., “İstatistiksel Proses Kontrol”, 1. Baskı, *Kosgeb*, İzmir, 21-25, (1995)

Ülgen, H., Mirze, K., “İşletmelerde Stratejik Yönetim”, *Literatür Yayıncılık*, İstanbul, 361-363, (2004)

Wang, T.Y., Chen, L.H., “Mean Shifts Detection And Classification In Multivariate Process: A Neural-Fuzzy Approach”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, 211-221, (2002)

Wang, L.R., Rowlands, H., “An approach of fuzzy logic evaluation and control in SPC”, *Quality and Reliability Engineering International*, Vol: 16, 91-98, (2000)

Xu, K., Ng, S.H., “Time Series Analysis For Quality Improvement: A Soft Computing Approach”, *European Symposium on Artificial Neural Networks, Belgium*, 109-114, (2004)

Yağız F., “Süreç İyileştirme ve Vana Üretim Sektöründe Bir Uygulama”, Bitirme Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, İzmit, 10-23, (2006)

Yuniarto, M. N., Labib, A. W., “Optimal Control Of An Unreliable Machine Using Fuzzy-Logic Control: From Design To Implementation”, *International Journal of Production Research*, Vol: 43, 4509 – 4537, (2005)

Zhou M., “Fuzzy Logic And Optimization Models For Implementing QFD”, *Computers and Industrial Engineering*, Vol: 35, 237-240, (1998)

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Çorum'da doğdu. İlköğrenimini Çan İlköğretim Okulu'nda, orta öğretimini Çan İbrahim Bodur Anadolu Lisesi'nde, lise öğretimini ise Çanakkale Fen Lisesi'nde tamamladı. 2001 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2005 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. Halen Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek öğrenimini sürdürmektedir. Ayrıca halen özel bir şirkette, yönetim sistemleri alanında endüstri mühendisi olarak görev yapmaktadır.