

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KALİTE ÇALIŞMALARINDA İSTATİSTİKSEL
SÜREÇ KONTROL TEKNİKLERİNİN İNCELENMESİ
VE ÖRNEK UYGULAMA**

Üsteğmen Adil BAYKAL

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Vedat Zeki YENEN

İSTANBUL, 2007

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KALİTE ÇALIŞMALARINDA İSTATİSTİKSEL
SÜREÇ KONTROL TEKNİKLERİNİN İNCELENMESİ
VE ÖRNEK UYGULAMA**

Üsteğmen Adil BAYKAL

**FBE Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman Üye : Yrd. Doç. Dr. Vedat Zeki YENEN
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Zafer UTLU
Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZMIZRAK

İSTANBUL, 2007

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	i
KISALTMA LİSTESİ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KALİTENİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	3
3. KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİ.....	6
3.1 Muayene	6
3.2 İstatiksel Kalite Kontrol.....	7
3.3 Toplam Kalite Kontrol.....	8
3.4 Toplam Kalite Yönetimi	9
4. İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROL TEKNİKLERİ.....	12
4.1 Akış Diyagramı.....	14
4.2 İşaret Çizelgesi.....	15
4.3 Pareto Diyagramı	16
4.4 Neden –Sonuç Diyagramı.....	18
4.5 Histogram	19
4.6 Dağılma Diyagramı	19
4.7 Kontrol Grafikleri	20
4.7.1 Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması	22
4.7.2 Periyodik Dalgalanma	23
4.7.3 Proses Ortalamasından Kayma	24
4.7.4 İki Farklı Ana Kütle.....	25
4.7.5 Sahte Uyum	26
4.8 Regresyon Analizi	27
4.9 Korelasyon.....	27
4.10 Varyans Analizi (Analysis Of Variance- Anova).....	28
5. UYGULAMALAR	30
5.1 Şirket Hakkında Bilgi	30
5.2 Kullanılan Veriler	31

5.3	Hesaplama, Analiz ve Yorumlar.....	34
5.3.1	Pareto Analizi Uygulaması	34
5.3.2	Frekans Tablosu ve Histogram Oluşturma	38
5.3.3	Regresyon Analizi Uygulaması	40
5.3.4	Varyans Analizi Uygulaması.....	46
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	48
KAYNAKLAR.....		50
ÖZGEÇMİŞ.....		53

SİMGE LİSTESİ

r	Korelasyon Katsayısı
σ	Standart Sapma
y	Bağımlı Değişken
x	Bağımsız Değişken
H ₀	Sıfır Hipotezi
°C	Derece Santigrat
P	Significant Değeri

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AKS	Alt Kontrol Sınırı
ANOVA	Varyans Analizi
ASQC	Amerikan Kalite Kontrol Derneği
İPK	İstatistiksel Proses Kontrol
JUSE	Japon Bilim Adamları Ve Mühendisleri Derneği
K.LİĞİ	Komutanlığı
L SPEC	Alt Spesifikasyon Limiti
LCL	Alt Kontrol Limiti
MÇ	Merkez Çizgi
MKNZ	Mekanize
N	Gözlem Sayısı
OÇ	Orta Çizgi
P	Piyade
SİG	Significant Değeri
SPEED	Üretim Hızı
SPSS	İstatistik Programı
SQC	İstatistiksel Kalite Kontrol
TEMPERAT	Çalışma Sıcaklığı
TKK	Toplam Kalite Kontrol
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TQC	Toplam Kalite Kontrol
TUG	Tugay
U SPEC	Üst Spesifikasyon Limiti
UCL	Üst Kontrol Limiti
ÜKS	Üst Kontrol Sınırı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1: Örnek Bir Akış Diyagramı	15
Şekil 4.2: Örnek Pareto Diyagramı	18
Şekil 4.3: Histogram Örneği.....	19
Şekil 4.4: Dağılım Diyagramı Örneği.....	20
Şekil 4.5: Kontrol Grafiği.....	21
Şekil 4.6: Periyodik Dalgalanma Durumu.....	24
Şekil 4.7: Proses Ortalamasından kayma Durumu	25
Şekil 4.8: İki Farklı Ana Kütle Durumu	26
Şekil 4.9: Sahte Uyum Durumu.....	26
Şekil 5.1: Kusurun Cinsinin Adedine Göre Pareto Diyagramı.....	35
Şekil 5.2: Kusurun Grubunun Adedine Göre Pareto Diyagramı	36
Şekil 5.3: Kusurun Grubunun Fiyatına Göre Pareto Diyagramı	37
Şekil 5.4: Kalınlık Değerlerine Göre Oluşturulmuş Histogram	38
Şekil 5.5: Hadde Sıcaklığı Değerlerine Göre Oluşturulmuş Histogram.....	39
Şekil 5.6: Hadde Sıcaklığına Göre Uzama Oranı Değişimi	41
Şekil 5.7: Hadde Sıcaklığına Göre Kalınlık Değişimi.....	42
Şekil 5.8: Hadde Sıcaklığına Göre CUP Testi Değişimi	42
Şekil 5.9: Hadde Sıcaklığına Göre Min. Akma Değeri Değişimi	43
Şekil 5.10: Hadde Sıcaklığına Göre Max. Akma Değeri Değişimi.....	44
Şekil 5.11: Hadde Sıcaklığına Göre Min. Çekme Değeri Değişimi	45
Şekil 5.12: Hadde Sıcaklığına Göre Maksimum Çekme Değeri Değişimi	46

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1: İstatistiksel Süreç Kontrolü Tekniklerinin Kullanım Alanları	13
Tablo 4.2: İşaret Çizelgesi	16
Tablo 4.3: Pareto Diyagramı İçin Veri Çizelgesi	17
Tablo 4.4: Kontrol Diyagramlarının Karşılaştırılması (www.kageme.itu.edu.tr, 2006)	22
Tablo 4.5: Spss ile Hazırlanmış Varyans Analiz Tablosu	29
Tablo 5.1: Şirket Bilgileri	30
Tablo 5.2: Yüzeysel Olarak Gözlemlenen Kusurlar	32
Tablo 5.3: Laboratuvar Testi Sonuçları	33
Tablo 5.4: Pareto Diyagramı İçin Oluşturulan Veri Çizelgesi	38
Tablo 5.5: Kalınlık ve Sıcaklık İçin Betimleyici Sonuçlar	40
Tablo 5.6: Haddeleme Sıcaklığına Göre Çeşitli Değerler İçin Regresyon Sonuçları	47
Tablo 5.7: Hadde Sıcaklığı Bakımından Betimleyici İstatistikler	47
Tablo 5.8: Hadde Sıcaklığına Göre Şirketler İçin ANOVA Testi Sonuçları	47
Tablo 5.9: Hadde Sıcaklığına Göre Şirketler Arasındaki Duncan Gruplandırması	47

ÖNSÖZ

Günümüzde şirketler için müşteri memnuniyeti ve dolayısıyla kalite birinci öncelikli konu olarak yerini almıştır. Sürekli sağlanan bir kalite, gerçek kalitedir.

İstatistik bilimi sayılarla çok değişik, etkili ve basit çözümler sunan bir araçtır. Normalde veri yığını içerisinde görülemeyecek olan sonuçlar istatistik sayesinde basitçe görülebilmektedir.

Yaptığım çalışmada kalite çalışmalarında kullanılan istatistiksel yöntemlerle ilgili örneklemeli açıklamalar yer almaktadır.

Değerli arkadaşlarım Uçak mühendisi Sayın Sezgin DURAK'a, Metalurji ve Malzeme Mühendisi Sayın Sinem ADIGÜZEL'e, Elektrik Mühendisi Sayın Semih KİŞMAN'a, Sayın Sinem ERBEN'e, Bakım Üsteğmen Osman SAKLI'ya Piyade Üsteğmen Semih DURAK'a çalışmam da her zaman yanımda oldukları; bilgi, deneyim ve tecrübelerini benimle paylaştıkları, verdikleri manevi destek için teşekkür ederim.

Çalışmam süresince beni yönlendirdikleri ve çalışmama yaptıkları değerli katkılarından dolayı hocam Yardımcı Doçent Doktor Sayın Vedat Zeki YENEN'e teşekkür ederim.

Ekim 2007

Adil BAYKAL

ÖZET

Son yıllarda, yönetimler sık sık istatistik yöntemlere gerekli dikkati verme ve avantajlarından yararlanma konusunda hataları aşıkardır ki, ulusal ve uluslararası rekabet, çoğu şirkette istatistiksel yöntemlerin canlandırılması konusunda bir zorlama getirmiştir. İstatistiksel yöntemler, ekonomik kalite kontrol için etkili işlem ve ürün kalitesinin yükseltilmesi kadar önemli bir ön gereksinim kalitesinin yükseltilmesi kadar önemli bir ön gereksinim olarak kabul edilmektedir.

Kalite sistemiyle ilgili ISO Standartları, ISO 9001 ve 9003' de istatistiksel metodların öneminden şöyle bahsedilmektedir: "Uygun olduğu yerlerde, üretici, ürün karakteristiklerinin ve işlem kabiliyetlerinin doğrulanması için uygun istatistiksel tekniklerin belirlenmesi amacıyla gerekli prosedürleri oluşturacaktır".

İstatistiksel Proses Kontrol (İPK), bir prosesi sürekli denetlemek ve prosesteki değişkenliği (kararsızlığı) yaratan koşulları belirlemekte kullanılan metod veya gereçlerdir. İPK yaklaşımları, diğer endüstri uygulamalarından farklı olarak, üretim prosesini aktif olarak denetlemek ve değişkenliği yaratan koşulların belirlenmesi ve sürekli kontrol edilmesiyle müşteri şartlarının yerine getirilip getirilmediğine karar vermek için tasarlanmıştır. Rastgele incelemelerle kaliteyi temin etme girişimlerini kullanan sistemlerin tersine, İPK, kaliteyi kontrol etmenin en etkin yoludur.

Bu çalışmada çeşitli istatistiksel yöntemlerin kalite çalışmalarında uygulamalarına yönelik örnekler içermektedir.

ABSTRACT

In the past few years it is obvious that the managements haven't paid enough attention to istatistical methods and haven't used the advantages of those. Therefore the national and global race has forced them to reconsider the istatistical methods. These methods are considered important for, a usefull process for economical quality control and an important prerequisite to improve the quality of the product.

In ISO standarts, ISO 9001 and 9003 the importance of istatistical methods is mansioned as "The producer is going to make the essencial procedures of istatistical method in order to verify, the product characteristic and the process capabilities.

Istatistical Process Control (IPC), is a method or tool used forto detect any instability or to control the process.IPC closeups , different from the other industrial application, is designed to determan the client conditions or obtained or not by controlined the production procedures actively and determine the conditions that cause the instability.IPC is the most effective way to control the quality.

This study contains various examples of istatistical method applied in quality works.

1. GİRİŞ

Günümüz küreselleşen pazar koşulları ve üretim faktörlerinin sınır tanımayan işleyişi, kalite olgusunu her zamankinden daha fazla ön plana çıkarmıştır. Yaklaşık 20 yıl önce kalite sadece ürün için telaffuz edilirken, bugün her boyutta günlük yaşantımızın bir parçası haline gelmiştir. Ürün kalitesi, hizmet kalitesi, organizasyon kalitesi, toplum kalitesi, yaşam kalitesi gibi.(Talebi, 2003)¹

Kalite kavramını bu denli ön plana çıkaran, yaşanan hızlı değişim sürecinde üretilen mal ve hizmetlerdeki çeşitlilik, uluslararası ticarete liberalleşme, ticari sınırların yok olması, teknolojik ilerlemeler ve bu gelişimlerin beraberinde getirdiği yeni rekabet koşullarıdır. Değişim ve gelişme, hiçbir zaman önüne geçilemeyecek ve engellenemeyecek kavramlardır.(Ulaş, 2007)²

"Ne üretirsem onu satarım" anlayışı yerini "müşteri ihtiyaç ve beklentilerine göre üretmek" anlayışına bırakmak zorunda kalmıştır. Bu durumda rekabette sürekli üstünlüğü sağlayabilmenin tek koşulu müşteridir. Müşteriyi tatmin etmek için, müşteri gereksinim ve beklentilerini belirleyerek, bu gereksinim ve beklentilere uygun mal ve hizmeti, düşük maliyetle, kaliteli ve hızlı bir biçimde pazara sunmak gerekmektedir. Tüm bunların sağlanabilmesi için kalite, yenilik ve değişim boyutları bir arada değerlendirilmelidir.(Yalçın, 2003)³

1950'lerde istatistiksel yöntemler büyük ölçüde endüstriye girmiş ve "İstatistiksel Kalite Kontrol (SQC)" terimi ortaya çıkmıştır. Bu günlerde, istatistiksel kalite kontrol, kalite kontrole eşanlı olarak kullanılmıştır. İstatistiksel kalite kontrolün canlı ve aynı heyecanla uygulanmasından sonra, 1950'lerin sonu ve 1960'ların başında, toplam kalite kontrolü (TQC), sıfır hata programları gibi motivasyon programları ve kampanyalar, kalite çemberleri programları, yönetim aracı olarak kalite maliyetleri ve kalite sistemleri ve kalite sistemlerinin gözlemlenmesi olarak bilinen yeni hareketler dönemi başlamıştır. Bu yeni hareketler kalite

¹ Talebi, A., 2003. Kalite Maliyetleri, http://www.yalinenstitu.org.tr/kalite_maliyetleri.html

² Ulaş, S.S., 2007. Üretim ve Kalite, <http://www.patentofisim.com/index.php?Page=KoseYazisi&YaziNo=49&YazarNo=37>

³ Yalçın, N., 2003. Kalite ve Rekabet Gücü, http://www.ufukotesi.com/yazigoster.asp?yazi_no=20061282

kontrole yeni fikirler kazandırmış ve bir ivme vermiştir.(Merih ve apraz, 2005)⁴

Bu çalışmada, kalite yönetimi uygulamalarının önemini göstermek amacıyla, son yıllardaki değişim, kalite anlayışının bugünkü duruma gelinceye kadar geçirdiği evrim, kalite araç ve teknikleri incelenmiştir.

Üretim esnasında özellikle ölçülebilen değerler üzerinde etkili kalite çalışmaları yapmak mümkündür. Bu değerler üzerinde çeşitli kriterler yardımıyla tespit edilen alt ve üst spesifikasyon değerleri ile rneğin Cpk gibi kalite yeterliliğini belirleyen değerler hesaplanarak yüzde yüz etkili çözümler üretilir.

Özellikle kalite çalışmalarında yoğun olarak kullanılan istatistiksel yöntemler rneklele açıklanmıştır.

⁴ Merih, K., apraz, İ. 2005. İstatistiksel Yöntemlerin Kalite Kontroldeki Yeri ve önemi, <http://www.eylem.com/tqm/wtqm07.htm>

2. KALİTENİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Kullanıcı gereksinim ve beklentileri ile olan doğrudan ilgisi ve bu gereksinim ve beklentilerin değişkenliğinden dolayı kalitenin standart bir tanımı bulunmamaktadır. Kalite anlayışı tüketicinin karakteristikleri, sosyal konumu ve ekonomik durumuna bağlı olarak değişebilen, farklı gereksinim ve beklentiler doğrultusunda biçimlenebilen öznel bir kavramdır. Gereksinimler, beklentiler, sosyal ve ekonomik çevre, kültürel ve dini yapı, gelenekler, ekonomik düzey, teknoloji, iklim, coğrafya, eğitim, genel toplumsal yargılar, kalitenin müşteri tarafından algılanmasını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir.(Sözer ve Arkadaşları, 2002)⁵

Her dönemin kendine özgü kalite açımları vardır. Kalitede bu güne kolay gelinememiştir. Kalite ve kalite kontrol sözcüklerinin basit tanımları günlük hayatımıza yerleşmiştir. Kalite kavramı, bir ürünün tatmin etmeyi amaç edindiği tüketici ihtiyaçlarına uygunluk derecesi veya kısaca kullanıma uygunluk anlamına gelmektedir. Kalite kontrolü denildiğinde, bir üretim sistemi içerisinde kalitenin önceden belirlenmiş hedeflere uygun olarak gerçekleştirilmesinin sağlanması ve buna yönelik faaliyetlere ilişkin yetki ve sorumluluğun dağıtılarak bu hedefler doğrultusunda yapılan işler anlaşılmaktadır. Kalite kontrol sisteminin önemi kalitesizliği önleme amacından ileri gelmektedir.(Arvas, 2004)⁶

Kalite kavramı ile ilgili diğer önemli noktalar ise, kalitenin nesnel ölçütlerinin olmadığı, kalitenin doğasının karşılaştırmaya dayandığı ve kalitenin tüm boyutları ile bir bütünselliği olduğudur. Kalıcı kalite hiçbir zaman tesadüfen veya kendiliğinden ortaya çıkmamaktadır. Kalite, insan tarafından gerçekleştirilen sistematik çabaların bir sonucudur.(Sözer ve Arkadaşları, 2002)

Kalitenin çeşitli açılardan incelenmesinde en kapsamlı çalışmalardan birini yapan Garvin, tüketicinin algıladığı kaliteyi sekiz boyutta incelemektedir (Garvin,1988):

1. Performans: Bir ürünün temel işlev özellikleri anlamına gelen performans, örneğin bir otomobil için hız, konfor; bir televizyon için renk, ses, görüntü vb. özellikler

⁵ Sözer, A.N. ve Arkadaşları, 2002. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde Lisansüstü Eğitim Kalitesinin Arttırılmasına Yönelik Bir Alan Araştırması, DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt:4, Sayı:2

⁶ Arvas, P., 2004. Kalitenin Tanımı ve Tarihi, <http://www.metaldunyasi.com/tr/dergi.asp?id=556&dergi=buay>

olabilmektedir. Hizmet işletmelerinde ise performans servis hızı ve bekleme zamanının azlığı ile ölçülebilir. Ürünün performans özellikleri genellikle ölçülebilen özellikleri içerdiği için benzer ürünler arasında performans açısından nesnel bir sınıflandırma yapılabilmektedir.

2. Özellikler:“Özellik “ kelimesi bir ürünün temel fonksiyonunu tamamlayan kavram olarak nitelendirilebilir. Kalitenin bu boyutu için, havayolu şirketinin uçuşlarda verdiği ücretsiz ikramlar; çamaşır makinesinin pamuklu ya da yünlü programı örnek olarak sayılabilir.
3. Güvenilirlik: Ürünün kullanım ömrü içerisinde kendisinden beklenen tüm fonksiyonları tam olarak yerine getirip getirmediğinin ölçütüdür. Ölçülebilen bir özellik olan güvenilirlik, ortalama ilk bozulma zamanı, bozulma süreleri arasındaki dönem vb. olabilir. Kalitenin güvenilirlik boyutu, bozulma sürecinde geçen zaman önem kazandıkça ve bakım/onarım maliyetleri arttıkça daha belirleyici bir faktör olmaktadır.
4. Uygunluk: Uygunluk ürünün tasarımının ve işleyiş özelliklerinin önceden belirlenmiş standartlara uyup uymama derecesidir. Uygunluk, kalitenin teknik boyutu hakkında tüketici veya kullanıcıya fikir vermektedir. Aynı zamanda uygunluk, istatistiksel kalite kontrolde ürünle ilgili özelliklerin nominal değerden sapma oranıdır. Bu oran hedeflenen nominal değere ne kadar yakın olursa ürün, tasarım spesifikasyonlarını o derece iyi karşılar ve uygunluk açısından kaliteli bir ürün olarak algılanır.
5. Dayanıklılık: Bir ürün veya hizmetin kullanım ömrünün uzunluğudur. Genellikle alıcılar ürün dayanıklılığının belli koşullarda test edilerek yazılı olarak onaylanmasını istemektedirler. Teknolojik açıdan dayanıklılık, bir ürünün deformasyona uğrayıncaya kadar olan kullanım süresini ifade etmektedir. Örneğin, bir elektrik ampulünün lityum teli yandığında değiştirilmesi gerekmektedir. Tamiri olanaksızdır.
6. Hizmet Görme Yeteneği: Kalitenin altıncı boyutu hizmet görme yeteneği, yani hız, çabukluk, nezaket, yeterlilik, ehliyet ve tamir edebilme kolaylığı olarak ifade edilmektedir. Tüketiciler ürünün bozulma olasılığı ile birlikte, ürünün serviste kaldığı süreyi, servisin randevularına ne kadar sürede cevap verdiği, servis personelinin ilgisi ve servisin sorunlara doğru çözümler bulabilme özelliklerine de önem vermektedirler. Ürünle ilgili problemlere doğru cevaplar ve çözümler bulunamaması, şirketin şikayetleri ele alma süreci, tüketicilerin ürün ve hizmet kalitesini değerlendirmelerini

etkilemektedir.

7. Estetik: Estetik, tüketicilerin beş duyusuna hitap eden ürün özellikleridir. Başka bir deyişle, ürünün kullanıcının beklentilerine uygun bir estetik yapıyı sağlayabilmesidir. Renk, ambalaj, biçim gibi özellikler ürünün performansını doğrudan etkilememekle beraber, tüketici beğenilerine yönelik estetik özellikler olarak nitelendirilebilir.
8. Algılanan Kalite: Tüketiciler her zaman ürünün tüm özellikleri ile ilgili ayrıntılı bilgi sahibi değildirler ve böyle durumlarda dolaylı bir takım ölçütler karar vermelerinde önemli rol oynamaktadır. Reklam faaliyetlerinde yaratılan ürün imajı, marka imajı gibi faktörler ürün kalitesinin tüketici tarafından olumlu veya olumsuz algılanmasında oldukça önemlidir. Örneğin; televizyon üretimi konusunda uzun yıllar önderlik yapmış bir firmanın yeni çıkartacağı bir ürünün de, bu markaya güvenen tüketicilerin büyük bir bölümü tarafından kaliteli olarak algılanması kaçınılmaz bir gerçektir.

3. KALİTE KONTROL YÖNTEMLERİ

3.1 Muayene

1900'lü yılların başında Taylor'un yaptığı bilimsel çalışmalar yönetim kavramının bilimsel temeller üzerine oturması gerektiğini göstermiştir. Taylor'a göre insanları harekete geçirebilecek tek güç bireysel ekonomik çıkarlardır. Taylor'un amacı verimi maksimum kılmaktır (Demir ve Gümüşoğlu, 1998)⁷. Taylor, ekonomik kazancın artırılmasının sadece sermaye ve işçilikle değil, aynı zamanda bilginin işe uygulanması ile de sağlanacağını ilk gösteren kişi olmuştur. Taylor, iş planlamasını işçilerin ve nezaretçilerin elinden alıp endüstri mühendisliğine vererek bilimsel yönetimin öncülüğünü yapmıştır. Taylor'un bu dönemde gerçekleştirdiği çalışmalar endüstri devriminin ateşleyici gücü olarak kabul edilmektedir.

20. yüzyıl, önemli teknolojik gelişmelerin yaşandığı ve bunun yarattığı zenginlik ve refahın geniş toplum kesimlerine yayıldığı bir dönemi de başlatmıştır. Bu yüzyılın başında, endüstriyel sistemlere önemli yenilikler getirmiş olan Henry Ford 1905 yılında Ford Motor şirketinde ilk kez montaj hattı uygulamasını başlatmış ve imalat ortamındaki karmaşık süreçleri niteliksiz işgücü tarafından yapılabilecek basit montaj işlemlerine ayırmıştır. (Doğangil, 2000)⁸

Ford'un modelinde kalite görevi montaj hattı sonunda mamullerin iyiler ve kötüler biçiminde ayrımını sağlayan muayene elemanlarına devredilmiştir. Bu uygulamanın miktar ve üretim terminlerine uygunluğu ön plana çıkartarak kaliteyi göz ardı etmesinin yarattığı kalite kayıplarının önlenmesi amacı ile ürün kalitesinden üretim nezaretçilerinin sorumlu olması uygulamasına geçilmiştir. Nezaretçiler kalitesiz üretime neden olan işçilere yaptırım uygulayarak firma güvencesi sağlamaya çalışmışlardır.(Sözer ve Arkadaşları, 2002)

Bu uygulama I. Dünya Savaşı ile son bulmuştur. Savaş döneminde bozuk olan ürünün maliyeti yaşamsal önem taşımaktaydı. Patlamayan bombalar, sık bozulan araçlar savaşın kaybedilmesine neden oluyordu. Böylece son kontrol uygulaması getirilerek, ürünler üretildikten sonra bir muayeneden geçirilerek kusurlular ayıklanmaya başlanmıştır.

⁷ Demir Hulusi ve Gümüşoğlu Şevkinaz, 1998. Üretim/İşlemler Yönetimi, İstanbul:Beta Yayınları.

⁸ Doğangil, Ö.İ., 2000. Kalite Uygulamalarının İşletmelerin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi, <http://www.sbe.deu.edu.tr/Yayinlar/dergi/dergi04/dogangil.htm>

Son ya da nihai muayene yönteminde üretilen ürünlerin tek tek veya örnekleme yolu ile kontrol edilmesi amaçlanmaktadır (Doğan, 1991)⁹. Kontrol sonucunda “iyiler” ile “kötüler” birbirinden ayıklanarak, belirli bir kabul edilebilir kalite düzeyine ulaşılmaya çalışılmıştır. Üretilen ya da sevk edilen parti içersindeki kabul edilebilir hatalı ürünlerin sayısı yüzde, binde veya milyonda ifadeleri ile açıklanmaktadır. Üretilen partilerden belli tekniklere göre örnekler alınır ve bu örnekler test edilerek tüm parti hakkında genel bir fikir yürütülmeye çalışılmaktadır. Bu uygulama ile yüzde yüz kalite sağlanması mümkün olmamaktadır.

3.2 İstatiksel Kalite Kontrol

1924 yılında matematikçi olan Walter Shewhart, seri üretim ortamında kalitenin ekonomik olarak kontrolü için bir yöntem olan İstatistiksel kalite kontrolü kavramını gündeme getirip ilk defa kontrol kartlarını uygulayan kişi olmuştur. Shewhart, imalatın her aşamasında sapmaların ve değişikliklerin var olduğunu, bu değişikliklerin yapı ve nedenlerinin araştırılması için sürecin izlenmesi ve farklılıklarının kontrol edilmesi gerekliliğini gündeme getirmiştir. İlk olarak Shewhart tarafından geliştirilerek kullanılmaya başlayan kontrol kartları, bugün çoğu işletmede üretimlerinin izlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.(Gedik, 2007)¹⁰

İstatistiksel süreç kontrol uygulamalarının kalite kontrol alanındaki yenilikçi özelliği II. Dünya Savaşı sonrasına kadar gelişerek devam etmiştir. Savaş sonrası yıllarda Endüstri Mühendisliği ve üretim yönetimi tekniklerinin gelişmesi kalite sağlama çalışmalarına da yeni bir boyut kazandırmıştır. Bu dönemde toplumların kaliteli ürünlere olan talebinin artmaya başlaması, bilgi paylaşımına dayalı kalite sağlama uygulamalarının gelişmesine yol açmıştır. 1949 yılında ABD’de kurulan Amerikan Kalite Kontrol Derneği (ASQC), izleyen yıllarda dünyanın çeşitli ülkelerinde benzer amaçla kurulan ulusal organizasyonların ilk örneği olmuştur(Sözer ve Arkadaşları, 2002).

Bilgi paylaşımına dayalı kalite sağlama uygulamalarının yaygınlaştırılması amacı ile kurulmuş olan bu dernek, yaptığı yayınlarda kalitenin maliyet, fiyat ve rekabet üzerindeki önemli etkilerine dikkat çekmiştir. Kalite kontrol uzmanlığının giderek geliştiği bu dönemde tedarikçi değerlendirme programları, hata analizi ve sorun çözme teknikleri yardımı ile girdi temini, tasarım, üretim, sevkiyat ve satış sonrası alanlara doğru bir kalite kontrol anlayışı ve

⁹ Doğan, Ü.,1991. Kalite Yönetimi ve Kontrolü,İzmir.

¹⁰ Gedik, P., 2007. Kalite Maliyetleri ve Kalite Maliyet Sistemi, <http://sosyalbilimler.cu.edu.tr/tezler/download/1057.pdf>

buna bağı uzmanlaşma gelişmeye başlamıştır (Peşkircioğlu, 1997)¹¹.

1949 yılında Japon Bilim adamları ve Mühendisleri Derneği (JUSE) kurularak kalite kontrol konusunda faaliyetlere başlamış ve bu dönemde Japonya’da bulunan Dr. Deming İstatistiksel Kalite Kontrol konusunda seminerler vermiştir. Deming’in verdiği seminerlerden derlenen notlar “Deming’in İstatistiksel Kalite Kontrolü Dersleri” olarak JUSE tarafından yayınlanmıştır. Deming’in seminerlerinin ardından 1954 yılında bir diğer kalite kontrol uzmanı Dr. Joseph M. JURAN, JUSE tarafından seminerler vermek üzere Japonya’ya davet edilmiştir. Juran, kalitenin esas olarak yönetimin sorumluluğu olduğu konusunda Japonları yönlendirmeye çalışmış ve gerçekleştirdiği istatistiksel çalışmalara yönetsel bir kalite kontrol boyutu kazandırmıştır. Juran’ın 1951’de yayınladığı “Kalite Kontrol El Kitabı” kalite kontrol hareketinin önemli kaynağı olarak kabul edilmiştir (Garvin, 1988)¹².

1956 yılında JUSE ve Japon Standartları Birliği tarafından Japonya’da kalite bilincinin yaygınlaştırılması amacıyla 17 seminer radyodan yayınlanmaya başlamış ve günde 15 dakika olmak üzere 1962 yılına kadar bu yayınlar devam etmiştir.

3.3 Toplam Kalite Kontrol

Toplam Kalite Kontrolü (TKK), Deming, Juran, Feigenbaum ve Japonya’da kalite uygulamalarına katılan diğer kalite öncüleri tarafından 1950’li yıllarda geliştirilen bir sistemdir.

Feigenbaum’a göre Toplam Kalite Kontrol, “ bir organizasyondaki değişik grupların kalite geliştirme, kaliteyi koruma ve kalite iyileştirme çabalarını müşteri tatminini de göz önünde tutarak üretim ve hizmeti en ekonomik düzeyde gerçekleştirebilmek için birleştiren etkili bir sistem “ olarak tanımlanmaktadır. Toplam Kalite Kontrol; pazarlama, tasarım, üretim, kontrol ve sevkiyat bölümleri de dahil olmak üzere bütün bölümlerin katılımını gerektirmektedir (Ishikawa, 1995)¹³.

Toplam Kalite Kontrolü çeşitli düzeylerdeki yöneticilere yol gösteren, daha doğru ve etkin karar vermelerine yardımcı olan bir araçtır. Bu aracın işe yarayacak biçimde tasarlanması ve etkin uygulanabilmesi için, tüketici isteklerinin saptanması ve değerlendirilmesi, gerekli

¹¹ Peşkircioğlu,N.,1997. Kalite Yönetiminde ISO 9000 Uygulamaları, MPM Yayınları, No:620, Ankara.

¹² Garvin, D.A., 1988 . Managing Quality, The Free Press, New York.

¹³ Ishikawa,K., 1995. Toplam Kalite Kontrol, KalDer Yayınları, No:7,İstanbul.

teknolojik olanakların sağlanması, işletme içinde olumlu beşeri ilişkilerin sürdürülmesi ve kalite ile ilgili kavramların tüm işgören tarafından eksiksiz ve doğru anlaşılması gerekmektedir (Kobu, 1987)¹⁴.

Toplam Kalite Kontrol anlayışı firma çapında kalite yaklaşımı olarak geliştirilmiş, tüm firma ve kurum kültürüne yansımış: başta yönetim olmak üzere tüm çalışanların paylaşılan vizyonu haline gelmiş ve bu hali ile "Toplam Kalite Yönetimi (TKY)" olarak adlandırılmaya başlanmıştır.

Modern kalite anlayışının Toplam Kalite Kontrol'den Toplam Kalite Yönetimine geçirdiği evrimde en önemli etkiler yönetimin tanımında meydana getirdiği etkilerdir. TKK'nın TKY'ye doğru yaşadığı evrimde, yönetimin tanımından gelen süreç ve insan odaklılık ön plana çıkmış, bu unsurların üzerinde özellikle durularak, yönetim fonksiyonlarının bu yönde geliştirilmesi sağlanmıştır. Özellikle üzerinde durulması gereken değişim ise, yönetim tanımlarında yer alan amaç ifadelerinin giderek "müşteri mutluluğu", "müşteri tatmini" ifadeleri ile özdeşleşmesidir (Toplam Kalite Yönetimi Araştırma Komitesi, 1994)¹⁵.

3.4 Toplam Kalite Yönetimi

Bugün, Xerox, Allen-Bradley, Motorola, Marriott, Harley-Davidson, Ford, Hewlett Packard gibi bir çok işletme, sektörlerinde dünya lideri olup, başarılı uygulamaları ile sürekli konuşulmaktadırlar. Bu başarılı işletmeler incelendiğinde, ortak özelliklerinin Toplam Kalite Yönetimi (Total Quality Management) felsefesi ve onun getirdiği yaklaşımı benimseyen işletmeler olduğu görülmektedir. Toplam Kalite Yönetimi önceleri sadece imalat sektöründe uygulama alanı bulmuş, daha sonraları da hizmet sektörü ve kamu sektörüne doğru uygulama alanı genişletilmiştir(Nursoy ve Şimşek, 2001)¹⁶.

TKY, müşteri beklentilerini her şeyin üzerinde tutan ve müşteri tarafından tanımlanan kaliteyi, tüm faaliyetlerin yürütülmesi sırasında ürün ve hizmet bünyesinde oluşturan bir yönetim biçimidir. Dinamik pazarlarda, yıkıcı rekabetin karşısında ayakta kalabilmek ancak bu anlayışı benimsemekle mümkün olmaktadır. En basit açıklaması ile TKY;

Toplam = Herkesin katılımı,

¹⁴ Kobu, B.,1987. Endüstriyel Kalite Kontrolü, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3425, İkinci Baskı.

¹⁵ Toplam Kalite Yönetimi Araştırma Komitesi, 1994. Toplam Kalite Yönetiminde Türkiye Perspektifi, İstanbul.

Kalite = Müşteri gereksinim ve beklentilerinin tam olarak karşılanması,

Yönetim = Kaliteli ürün ya da hizmet için bütün koşulların sağlanması.

TKY'nin başlıca özelliği, kalitenin geleneksel yaklaşımda olduğu gibi sadece bir bölümün değil, işletmenin bütün bölümlerinin, bütün elemanlarının görevi olduğudur. Bu tepe yöneticilerden aşağıya doğru işletmenin tüm elemanlarını, müşteri ve tedarikçileri içeren bütüncül bir süreçtir.

TKY'nde kalite, kontrol ile değil, üretim ile elde edilmektedir. Hatalıların kontrol ile ayıklanması yerine “ ilk seferinde doğru yap” temel ilkesi ve “hataların çıkmadan önlenmesi” yaklaşımı benimsenmektedir.

TKY, her şeyden önce bir yönetim felsefesidir. Bu felsefe insanın mutluluğunu esas almaktadır. İnsan çalışanlardır, insan müşterilerdir, ortaklardır, bayilerdir, tedarikçilerdir, kısaca insan toplumdur. İnsan var olduğu sürece bu felsefede gelişerek varlığını sürdürecektir.

TKY demokrasidir. Herkes fikrini özgürce söyleyebilmeli ve herkes yönetime ve kararlara bir biçimde katılabilmelidir. Çalışanların önerilerini dinlemek, onlara değer vermek ve ödüllendirmek gerekmektedir.

TKY'de en önemli konulardan biri de çalışanlarla çift yönlü ve sağlıklı iletişimin kurulmasıdır. Özellikle işletmenin vizyon ve misyonunun tüm çalışanlarca bilinmesi hedefe ulaşmada oldukça etkilidir. Sağlıklı bir iletişimin kurulabilmesi için yalın organizasyona geçilmeli, hiyerarşi yok edilmeli ve açık kapı politikaları uygulanmalıdır (Argun, 1997)¹⁷.

TKY felsefesi sürekli gelişme anlayışına dayanmaktadır. Tüm süreçler yeniden gözden geçirilip nasıl daha iyi olunabilir, nasıl daha hızlı olunabilir diye sorgulamak ve sürekli iyileştirme yapmak gerekmektedir. Bunun için ekip çalışmalarına, çalışanların önerilerine gereksinim vardır.

TKY'de iç ve dış müşteriler belirlenmeli ve onların beklentileri karşılanmalıdır. Gümrük duvarlarının ve korumacılığın kalkması sonucu, uluslararası kuruluşlar, küreselleşen dünyanın her yerinde rakip olarak karşımıza çıkmaktadır. Böylece müşterilerin seçenek olanakları ve teknolojik beklentileri artmakta, hatalara karşı hoşgörüsü giderek azalmaktadır.

¹⁶ Nursoy, Mustafa, Şimşek, Muhittin, 2001. TKY'de Performans Değerlendirme, Ekonomik-Teknik Dergi,(473)

¹⁷ Argun, T., 1997. " Toplam Kalite Yönetimi", Executive Excellence Dergisi, Rota Yayınları ,İstanbul.

Müşteriler artık standartlara uygun, beklentilerini aşan ürün ve hizmetleri; topluma, çevreye saygılı, müşteri için en iyiyi yapmaya hazır, kendisi ile satış sonrasında rahat iletişim kurabileceği ve kendi personelini tatmin etmiş, güler yüzlü kuruluşlardan temin etmek istemektedirler. Müşterilerin bu davranış biçimi, ister , istemez Toplam Kalite Yönetimi felsefesini gerektirmektedir.

4. İSTATİSTİKSEL SÜREÇ KONTROL TEKNİKLERİ

İstatistiksel yöntemler, üretim sürecinin iyileştirilmesi ve kusurlu üretimin azaltılması için kullanılan oldukça etkili bir araçtır. Ancak istatistiksel yöntemlerin yalnızca “araç” oldukları ve uygun biçimde kullanılmadıklarında amaca hizmet etmeyecekleri unutulmamalıdır.

İstatistiksel yöntemler Japonya'da 1949 yılında yoğun bir biçimde kullanılmaya başlamıştır. Aynı yıl Japon Bilim adamları ve Mühendisleri Birliği (JUSE) bir kalite kontrol araştırma grubu kurarak, istatistiksel kalite kontrol ve istatistiksel yöntemlerin endüstride kullanımını araştırmaya başlamışlardır (Doğangil, 2000). Japonya'da kalite çemberleri ve kalite yönetimi teknikleri konularında önemli çalışmalar yapan Ishikawa'ya (1995) göre işletmede karşılaşılan sorunların %95'i basit istatistiksel teknikler kullanılarak çözülebilmektedir. İstatistiksel yöntemlerin, sağlayacağı yararlarından bazıları şunlardır:

- a. Daha üst düzeyde kalite,
- b. Yeniden işleme ve hurdanın azaltılması ile daha az kayıp,
- c. Daha iyi planlama ve yönetim ile muayenenin iyileştirilmesi,
- d. İş gücü-makine/saat için kusurlu üretimin en aza indirilmesi,
- e. Tasarım toleranslarının iyileştirilmesi,
- f. Eşgüdümlü çalışma sonucunda kuruluş içi ilişkilerin iyileştirilmesi.

İstatistiksel süreç kontrolü: üretim (bakım, onarım, revizyon ve kalibre) faaliyetlerin yürütülmesi sırasında ortaya çıkabilecek kusurları veya üretimin kontrol dışına çıkması durumlarını hemen ortaya çıkartarak gerekli önlemlerin zamanında alınmasını sağlayan tekniklerin uygulanmasıdır. Tablo 4.1'de karşılaşılan sorunların farklı boyutları için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Tekniklerin bazıları sorunların belirlenmesinde, bazıları sorunun analizinde, bazıları ise her iki amaç için kullanılmaktadır.

Tablo 4.1: İstatistiksel Süreç Kontrolü Tekniklerinin Kullanım Alanları

AMAÇ	KULLANILACAK TEKNİK
Sorunlarda öncelik sırasının belirlenmesi	Akış Diyagramı İşaret Çizelgesi Pareto Diyagramı Beyin Fırtınası Nominal Grup Tekniği
Sorunun ne olduğu, nerede meydana geldiği, ne zaman meydana geldiği ve etki alanının belirlenmesi	İşaret Çizelgesi Pareto Diyagramı Histogram
Sorunun olası bütün nedenlerinin saptanması.	İşaret Çizelgesi Pareto Diyagramı Dağılım Diyagramı Neden -Sonuç Diyagramı Beyin Fırtınası
Sorunun ana nedenlerinin saptanması	İşaret Çizelgesi Pareto Diyagramı Dağılım Diyagramı Nominal Grup Tekniği Beyin Fırtınası
Etkin ve uygulanabilir çözümün geliştirilmesi ve uygulama planının hazırlanması.	Beyin Fırtınası Çubuk Grafikleri Yönetim Değerlendirmesi
Çözümün uygulamaya konması ve gerekli prosedürlerle grafiklerin düzenlenmesi	Pareto Diyagramı Histogram Kontrol Grafiği

İstatistiksel kalite kontrol çalışmalarında belirli bir dönemde üretilmiş olan mamullerin tümüne birden “yığın” adı verilir. Kontrol amacı ile yığından alınan ünitelere de “örnek” adı

verilir. Kontrolcü bu örnekleri inceleme yolu ile yığın hakkında sonuçlara varmaya çalışılır. Basit bir örnek verecek olursak, 100.000 ünitelik bir üretim yığınının rastgele alınan 50 örnekten 2 tanesi alt ve üst hoşgörü sınırlarının dışında bulunuyorsa, yığın hakkında bir genelleme yapılarak 100.000 üniteden (2/50) tanesinin (4000 ünite) reddedilmesi sonucu çıkar.

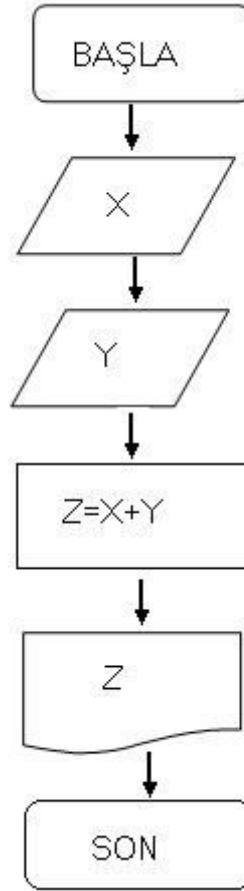
Yığınla örnek arasında böyle bir ilişki bulunmakla beraber, bu ilişkinin kesin olmadığını da söylemek gerekir. İkinci bir örneklemede, rasgele alınacak 50 örnekte bu kez 6 tane mamulün hoşgörü sınırları dışına taşıdığı görülebilir. Bu açıklamalardan da kesin bir genelleme yapmaya elverişli örnekleme tekrarı sayısını hesaplamamızın mümkün olmadığı belirtilmelidir. Bu duruma göre örnekleme yolu ile elde edilen bilginin yığına uygulamasında bir riskin mevcut olduğu söylenmelidir. Riskin azaltılması için örneklemede kullanılan ünite sayısının artırılmasının üst sınırı yığına eşit bir sayıya kadar ulaştırılabilir. Unutulmamalıdır ki bir kontrol için katlanılan gider o kontrolün sağlayacağı yarardan fazla olmamalıdır.

Alt ve üst kontrol sınırlarının dışına taşmış bulunan mamullerinin hepsinin kalite kontrolü servisince geri çevrilip çevrilmemesi gerektiği de tartışma konusudur. Bazıları, kontrol sınırlarını aşmış bütün ünitelerin geri çevrilmesi gerektiğini savunurken, bazıları da yalnız AKS nı aşmış olanların geri çevrilmesini, buna karşılık ÜKS' nı aşmış olan ünitelerin pazara sürülmesini önermektedir. Bunlara ÜKS'nı aşmış olan üniteler, müşteriler tarafından reddedilmeyeceğinden ötürü, bunları piyasaya sürmemek, önemli giderlere yol açacaktır. Bu ürünü tekrar hammadde haline dönüştürerek yeniden üretimini yapmak vs. gibi tedbirler büyük masrafları gerektirir. Ayrıca bu yola gitmek her zaman içinde mümkün değildir. Yani bir demiri eriterek yeni bir üretime girişmek mümkün olduğu halde bir ipekli kumaşın hammadde haline dönüştürülerek tekrar dokuması mümkün olmamaktadır. İşte bu gerçekler, ÜKS'nın üstünde mamullerin geri çevrilmeyerek piyasaya sürülmesi görüşüne güç kazandırmaktadır. Yalnız kalite kontrol servisinin üretim bölümü veya öteki ilgili bölümleri uyarlaması yolu ile gelecekte ÜKS 'nın aşılmasını önlemeye çalışması gerekir

4.1 Akış Diyagramı

Akış diyagramları problemin şekillerle ifade edilmesidir. Bunun için kullanılan standart şekiller olmasına rağmen, aynı işi yapan farklı şekillerde kullanılabilir. Akış şeması çeşitleri arasında başlangıç ve bitiş, atama ve hesaplama, bilgi girişi, bilgi

çıkışı/görüntüleme, karşılaştırma/test, bağlantı bulunmaktadır (Menteşoğlu, 2004)¹⁸



Şekil 4.1: Örnek Bir Akış Diyagramı

Şekil 4.1'deki akış diyagramında X ve Y gibi iki değişken yardımıyla Z değerinin nasıl hesaplandığını gösteren bir akış diyagramı resmedilmiştir. Şekil 4.1'e göre, önce X değişkeni sisteme girilir, ardından Y değişkeni girilir; daha sonra Z'yi hesaplamak için kullanılacak matematiksel ifade girilir(bu ifade duruma göre bir yöntem, bir yaklaşım vs. olabilir). Son olarak Z hesaplanır.

4.2 İşaret Çizelgesi

İşaret çizelgesi, olayların ne kadar sıklıkta tekrarlandığına yanıt vermek için en basit yöntemdir. İşaret çizelgesi, aşağıdaki adımlar çerçevesinde oluşturulur(Yücel, 2007)¹⁹.

¹⁸ Menteshoglu, M., 2004. Programlamaya Giriş ve Algoritmalar, <http://www.byte.com.tr/makaleler/default.asp>

¹⁹ Yücel, M., 2007. TKY Açısından İstatistiksel Süreç Kontrol Tekniklerinin Önemi, <http://eisemp8.inonu.edu.tr/bildiri-pdf/yucel.pdf>

- 1) Gözlenecek olay ve sorunlar belirlenir. Her gözlemcinin aynı noktayı kontrol etmesi sağlanır.
- 2) Verilerin toplanacağı zamanlar (Gün, hafta, saat gibi) belirlenir.
- 3) Gereksinime göre çizelge düzenlenir. Başlıklar açıkça yazılır ve işaretler için yeterli yer ayrılır.
- 4) İçinden örnek alınan grupların homojen olmasına dikkat edilmelidir.

Bir otomobilin montajı sırasında ortaya çıkan uygunsuzluklara ilişkin işaret çizelgesi Tablo 4.2 'de geliştirilmiştir.

Tablo 4.2: İşaret Çizelgesi

İŞARET ÇİZELGESİ		
Ürün No:Otomobil 405 Kontrol Sayısı: 1000adet		
Uygunsuzluk tipleri Çetele Toplam		
Çatlak	//// //	10
Çizik	//// ////	42
Leke	//// /	6
Gerilme	//// //.....//	104
Aralık	//// // //	14
Küçük delik	//// // // //	20
Diğerleri	////	4
TOPLAM		200

4.3 Pareto Diyagramı

Pareto ilkesi, İtalyan ekonomistlerden Vilfredo Pareto tarafından servet dağılımını açıklamak için geliştirilmiştir. 1950 yılında Joseph Juran bu yaklaşımın kalite teknolojileri ile ilgili olduğunu savunmuştur. Ünlü iktisatçı Pareto, araştırmaları sırasında işletmelerde stoklara bağlı paranın %80'inin ürünlerin sadece %20'sine ilişkin olduğunu saptamıştır (Kavrakoğlu,

1993)²⁰. Pareto'nun bu saptaması bugün 80:20 kuralı olarak bilinmekte ve problemlerin kaynaklarının %80'inin tüm problemlerin %20'sini oluşturan basit nedenleri ortadan kaldırmakla çözümlenebileceği öngörülmektedir. Pareto analizi problemlerin nedeni olan %80'in belirlenebilmesi amacıyla kullanılmaktadır(Aktan, 2000)²¹.

İncelemeye alınan tüm olaylar, sonuca etkisi bakımından aynı şiddette değildir. Olayların ve bulguların önemini göstermek için pareto diyagramı çizilmektedir. Pareto diyagramı, az sayıdaki önemli sorunu, çok sayıdaki önemsiz sorundan ayırma tekniğidir. Pareto diyagramını oluşturmanın adımları(Yücel, 2007):

Adım 1 :Hangi sorunların araştırılacağına ve verilerin toplanacağına karar verilmelidir.

Adım 2 :Bir veri toplama çizelgesi geliştirilmelidir (Tablo 4.2)

Adım 3 :Pareto diyagramı için veri çizelgesi hazırlanır (Tablo 4.3)

Adım 4 : Birimler miktarlarına göre sıralanır ve veri kağıdı doldurulur. Büyüklüğüne bakılmaksızın, “diğerleri” en son sıraya yerleştirilir. Çünkü diğerleri, bir çok az sayıdaki kusur nedenlerinden oluşmaktadır.

Adım 5 : Pareto diyagramı verilere göre çizilir(Şekil 4.2).

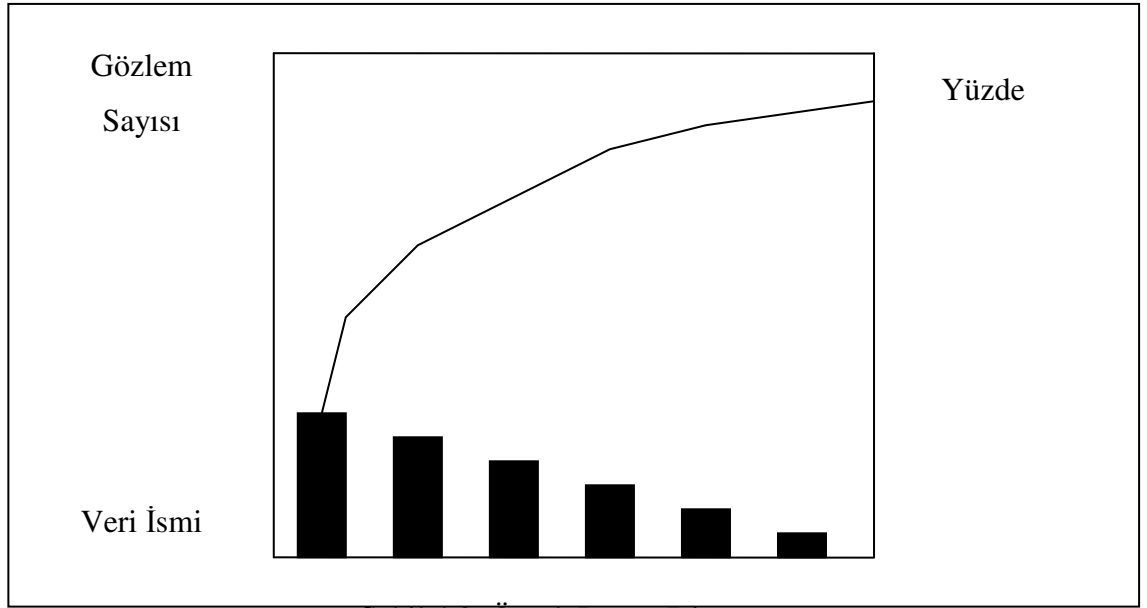
Adım 6 : Diyagrama, gerekli olan bilgiler yazılmalıdır.

Tablo 4.3: Pareto Diyagramı İçin Veri Çizelgesi

Uygunsuzluk Türleri	Kusur Sayısı	Kümülatif Toplam	Toplam İçindeki Yüzde (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Gerilme	104	104	$104*100/200=52$	52
Çizik	42	146	21	73
Küçük delik	20	166	10	83
Çatlak	10	176	5	88
Leke	6	182	3	91
Aralık	14	196	7	98
Diğerleri	4	200	2	100
TOPLAM	200	-	100	-

²⁰ Kavrakoğlu, İ., 1993. Toplam Kalite Yönetimi, KalDer Yayınları. No:1.

²¹ Aktan, C. C., 2000. Yönetimde Rönesans ve Kalite Devrimi, <http://www.canaktan.org>



4.4 Neden –Sonuç Diyagramı

İyi bir kontrol sağlanması için sürecin ve elemanlarını tanımlanması ve tarif edilmesi gerekir. Süreç elemanları daha evvel açıklandığı gibi personel, teçhizat, malzeme yöntemler ve çevre olabilir. Sürecin farklı yönlerini iyi bilen ve anlayan tüm bireylerin deneyimleri bir araya getirilmeli ve anlaşılabilir bir şekilde açıklanmalıdır.

Bu gösterim tarzını ilk kullanan Japon ilim adamı İshikawa adı ile veya şeklinden dolayı balık kılıcı diyagramı olarak isimlendirilen şekil sürecin grafiksel bir tanımını vererek olası bozulmaların ve değişkenliklerin kaynaklarını belli edecek bilgiler içermektedir. Bu bakımdan (İSK) uygulaması sırasında şu amaçlarla kullanılabilir(Uğur, 2000)²²:

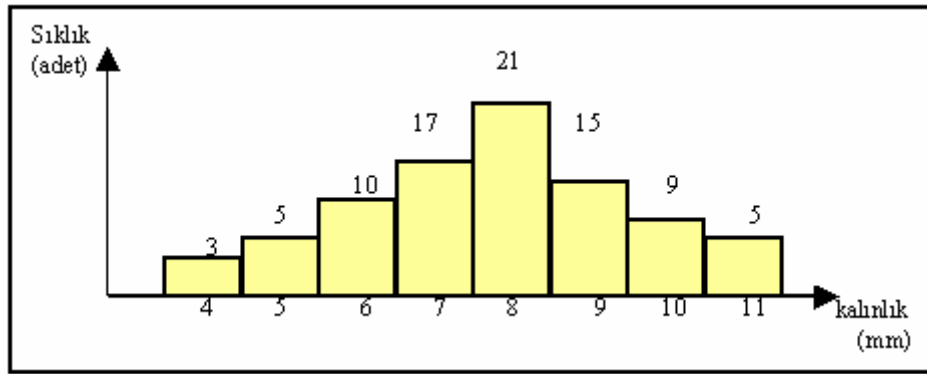
- 1) Süreçlerin tanımlanması ve tarif edilmesinde
- 2) (İSK) uygulanacak süreç ve ürün karakteristiklerinin tespit edilmesinde
- 3) (İSK) uygulamasında ortaya çıkarılan sorunların analiz edilmesinde
- 4) Bu çalışmaların dökümanente edilip dosyalanmasında

Söz konusu diyagramın daha sonra birçok alternatifi geliştirilmiştir. Sürecin tanımlanmasında sürecin çeşitli aşamalarını belirten akış diyagramları tespit ve analiz için çok uygun vasıtalaradır

²² Uğur, Z., 2000. Kalite Geliştirmek İçin İstatistik Yöntemler, <http://science.ankara.edu.tr>

4.5 Histogram

Histogram, veri grubunun genel durumunu bir bakışta verebilen kuvvetli bir araçtır. Histogramlar verilerin, görsel olarak incelenebilmesine ve değerlendirilmesine yarayan grafik araçlardır (Kavrakoğlu, 1993). Histogram, Fransız istatistikçi A.M. Guerry tarafından geliştirilmiştir. Pareto diyagramında bir ürünün çeşitli özellikleri sıklık olarak gösterilir ve birbirleri ile karşılaştırılır. Histogramlarda ise, ürünün yalnızca bir özelliğinin sayısal olarak sıklığı gösterilmektedir. İlgilenilen özellik değişken ve sayısal olmalıdır(Yücel, 2007).



Şekil 4.3: Histogram Örneği

Şekil 4.3’de olduğu gibi bir özellik (kalınlık) birbirini izleyen aralıklarla sayısal olarak histogramda işaretlenir. Şekil de görüldüğü gibi kalınlık dağılımında, ölçü sınırının ortalarında en fazla yığın olduğu görülmektedir. Bu histogram, normal dağılım (çan) eğrisini verir (Bozkurt, 1994).

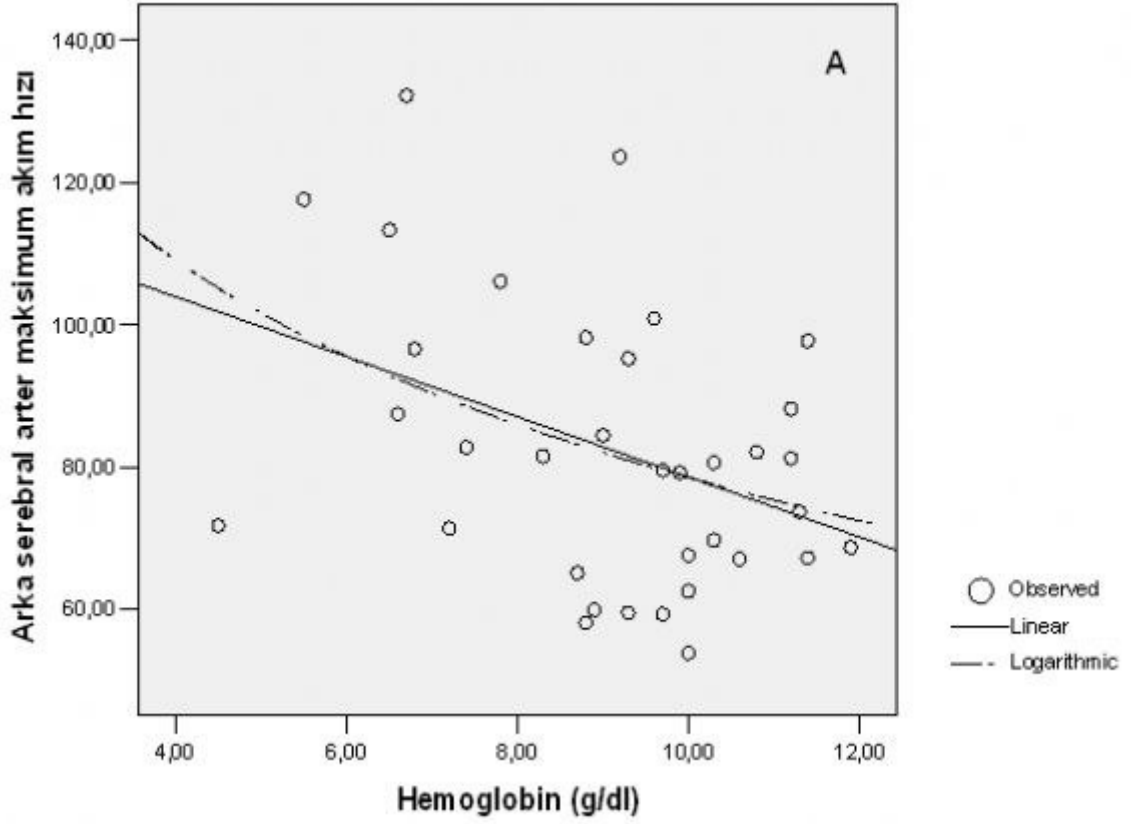
Uygulamada çeşitli histogramlarla karşılaşılmaktadır. Çan eğrisi, çift tepe, plato, tarak, birbirine paralel olmayan, kesikli, ayrılmış tepeli, keskin tepeli gibi.

Histogram çizimi için verilerin yeni ve doğru olması gerekmektedir. Analiz yapılırken histogramların belirli bir ürün grubunu veya süreci temsil edip etmediği araştırılmalıdır. Bu yaklaşım yöneticilerin daha doğru ve etkin sonuçlara ulaşmasını sağlamaktadır (Çelikçapa, 1993).

4.6 Dağılma Diyagramı

İki değişken arasındaki ilişkiyi gösterir. Birbiri ile ilişkili iki ayrı veri, dağılma diyagramları ile analiz edilir. Bir verinin karşıtı olan veri diyagramda çizilerek, iki ayrı veri arasındaki

ilişki incelenir(Aktan, 2002)²³.



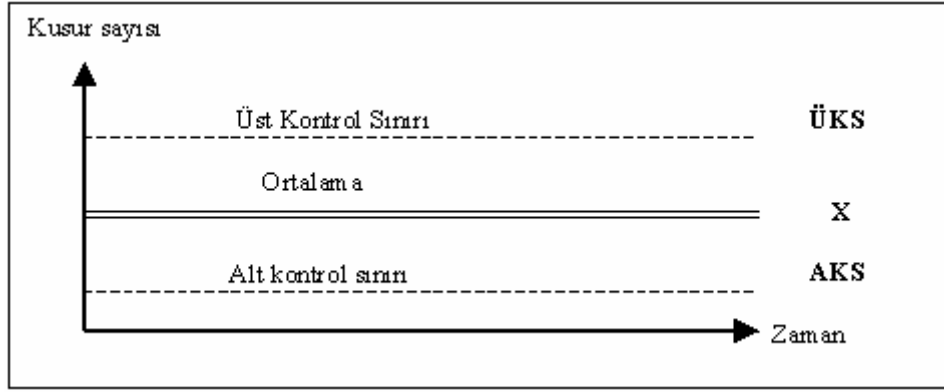
Şekil 4.4: Dağılma Diyagramı Örneği

Dağılma diyagramlarında değişkenlerden birisi yatay, diğeri düşey eksene işaretlenir. Şekil 4.4’de görüldüğü üzere Hemoglobin ve akım hızı arasında çok yüksek değerlerde olmamakla birlikte negatif bir ilişki söz konusudur.

4.7 Kontrol Grafikleri

Bir sürecin ne kadar değişim gösterdiğini ve bu değişimin ne kadarının belirlenebilir, ne kadarının rasgele nedenlere bağlı olduğunu saptamak amacı ile kontrol kullanılmaktadır (Şekil 4.5). Yani, sürecin istatistiksel olarak kontrol altında olup olmadığının anlaşılması amacıyla oluşturulurlar. Kontrol grafikleri genellikle, yakın zamanda süreçte ortaya çıkabilecek sorunları önceden haber verir.

²³ Aktan, C.C., 2002. Yeni Yönetim Tekniklerinin Kamu Sektöründe Uygulanması. <http://www.canaktan.org>



Şekil 4.5: Kontrol Grafiği

Veri cinsine göre uygun kontrol grafiklerinin seçilmesi, sonuca etkili ve çabuk bir biçimde ulaşılması bakımından önem taşımaktadır. Süreç kontrol grafiklerinin amaçları:

- Üretim sürecinin gerçek olanaklarını saptamak,
- Sürecin çıktı kalitesini değiştirecek ayarlamalar yapmak,
- Çıktıyı kontrol etmek şeklinde sıralanabilir (Gümüsoğlu, 1996)²⁴.

Kontrol grafikleri iki ana grupta incelenebilir:

1.Değişkenler için kontrol grafikleri: Bu grafiklerle ölçülebilen kalite özelliklerine ait durumlar kontrol edilmektedir. (Örneğin: uzunluk, yükseklik, ağırlık, sıcaklık, vb.)

Bu grafikler X ve R grafikleri olarak incelenmektedir. X grafikleri: bireysel ölçülerin ya da örnek ortalamalarının, istenilen ortalama ya da genel ortalama göre nasıl karşılaştırılacağını göstermektedir. R grafikleri ise, örnek içindeki bireysel gözlemlerin değişikliğini kayıt etmektedir. Bu iki çizim birbirlerinin tamamlayıcısıdır. Bir örnek ancak hem kabul edilebilir ortalama ya hem de ölçümlerin uygun aralığına sahip olduğunda süreç kontrol altında olacaktır (Gümüsoğlu, 1996).

2.Özellikler için kontrol grafikleri: Bir örneğe X grafikleri uygulanmadığı zaman tipik olarak ve hatasız olarak sınıflandırılan örnek özellikleri ile ilgilenilmektedir. İyi/kötü, hatalı/hatasız, geçer/geçmez gibi özellikler dikkate alınmaktadır. Bu grafikler: np, c, u, p grafikleri olarak incelenmektedir. Özellikler için kontrol grafiklerinden şu bilgiler izlenmektedir;

np grafiğiToplam örnekteki kusurlu sayısı

c grafiği.....Ünite başına kusur sayısı

p grafiği.....Ünite başına kusurların oranı

u grafiği..... Ünite başına kusur oranı

Sayılabilir değişkenler için kontrol diyagramları ile ölçülebilir değişkenler için kontrol diyagramlarının karşılaştırılması Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4: Kontrol Diyagramlarının Karşılaştırılması (www.kageme.itu.edu.tr, 2006)²⁵

SAYILABİLİR DEĞİŞKENLER İÇİN KONTROL DİYAGRAMLARI	ÖLÇÜLEBİLİR DEĞİŞKENLER İÇİN KONTROL DİYAGRAMLARI
Açık ve tartışmasız tanımlanmış hata kriterleri ve bu kriterlerin çalışanlara çok iyi öğretilmesi gerekir.	Hata kriteri öngörülen bir parametre veya boyut toleransının çığınmasıdır.
Hataların bulunması temeline dayanır.	Hataların önlenmesi temeline dayanır.
Belirli miktarda hata oluşmadan olumsuz bir proses değişikliğinin varlığını uyarır.	Hatalar görülmezse bile olumsuz proses değişikliklerinin varlığı doğrudan doğruya uyarır.
Sadece oranları ve hatalı ürünlerin dağılımını gösterir.	Saçılmanın büyüklüğünü ve yönünü gösterir.
Proses hakkında doğru bilgi alabilmek için yüksek miktarda tesadüfi numune alınmalıdır. (en az 50 bazen 100)	Sadece örnekleme amacıyla (genellikle beş adet) alınan numunelerle proses hakkında güvenilir yorum yapılmasına olanak verir.

4.7.1 Kontrol Grafiklerinin Yorumlanması

Kontrol grafiklerinin yorumlanması için bazı ilkeler geliştirilmiştir. Temel ilkenin hiçbir değerin kontrol limitleri dışına taşmaması olduğunu hatırlatarak, geliştirilen ilkeleri üç grupta toplamak mümkündür (Altı Sigma Grubu, 2007)²⁶:

- 35 birimden 2’si yada 100 birimden 3’ü limitler dışında ise kontrol eksikliği

²⁴ Gümüşoğlu, Ő., 1996. İstatistiksel Kalite Kontrolü, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ő., İstanbul.

²⁵ www.kageme.itu.edu.tr, 2006.

²⁶ Altı Sigma Grubu, http://www.geocities.com/alti_sigma/kontrol.htm, 2007.

vardır.(Bu ilke örneklemin alt gruplara ayrılmadan kontrol konusu edildiği durumlarda geçerlidir.)

- b. 1 birim kontrol limitlerinden çok uzaksa
- c. Birçok birim kontrol limitine yakınsa
- d. Birimler düzgün biçimde sıralanmışlarsa ,üretim kontrol altında değildir.
- e. 7 birimin hepsi merkez çizgisinin bir tarafında toplanmışsa
- f. 11 birimden 10 tanesi merkez çizginin(MÇ) bir tarafına toplanmışsa
- g. 14 birimden 12'si MÇ'nin bir tarafına toplanmışsa
- h. 17 birimden 14'ü MÇ'nin bir tarafına toplanmışsa
- i. 20 birimden 16 tanesi MÇ'nin bir tarafına toplanmışsa,üretim kontrol altında değildir.
- j. Kontrol limitleri dışında bir nokta varsa,
- k. Ardı ardına gelen üç noktadan ikisi iç kontrol limitleri dışında ise,
- l. Ardı ardına gelen beş noktadan dördü,merkez çizgiye göre , 1σ uzaklıktaysa,
- m. Ardı ardına gelen sekiz nokta merkez çizginin bir tarafına toplanmışsa,üretim kontrol altında değildir.

Öte yandan hiçbir birimin kontrol limitleri dışına çıkmaması şans değişkeninin rol oynadığı anlamına gelmez.Kontrol limitleri dışına taşma olmamasına rağmen,üstteki ilkelerde belirtildiği gibi,merkezin bir tarafına kümelenmeler kadar,grafikteki değerlerin belirli bir trend izlemesi de normal sayılmamalıdır. (Aslan, 2001)²⁷.

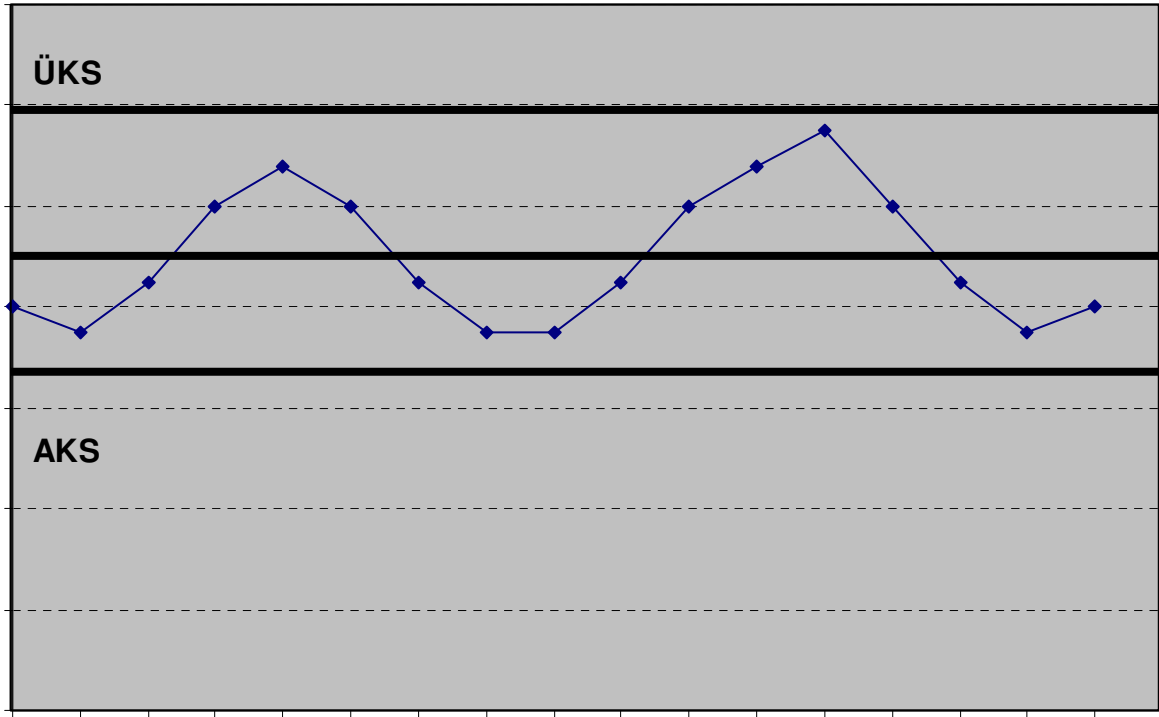
Kontrol grafikleri yorumlanırken karşılaşılabilecek belli başlı durumlar şunlardır (Kobu, 1987):

4.7.2 Periyodik Dalgalanma

Proses verileri, S biçiminde periyodik bir dalgalanma gösteriyorsa bunun belli başlı sebepleri; operatör yorgunluğu, belirli aralıklarla yapılan operatör veya makine değişimi,

²⁷ Aslan M., 2001. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 4, Sayı 2.

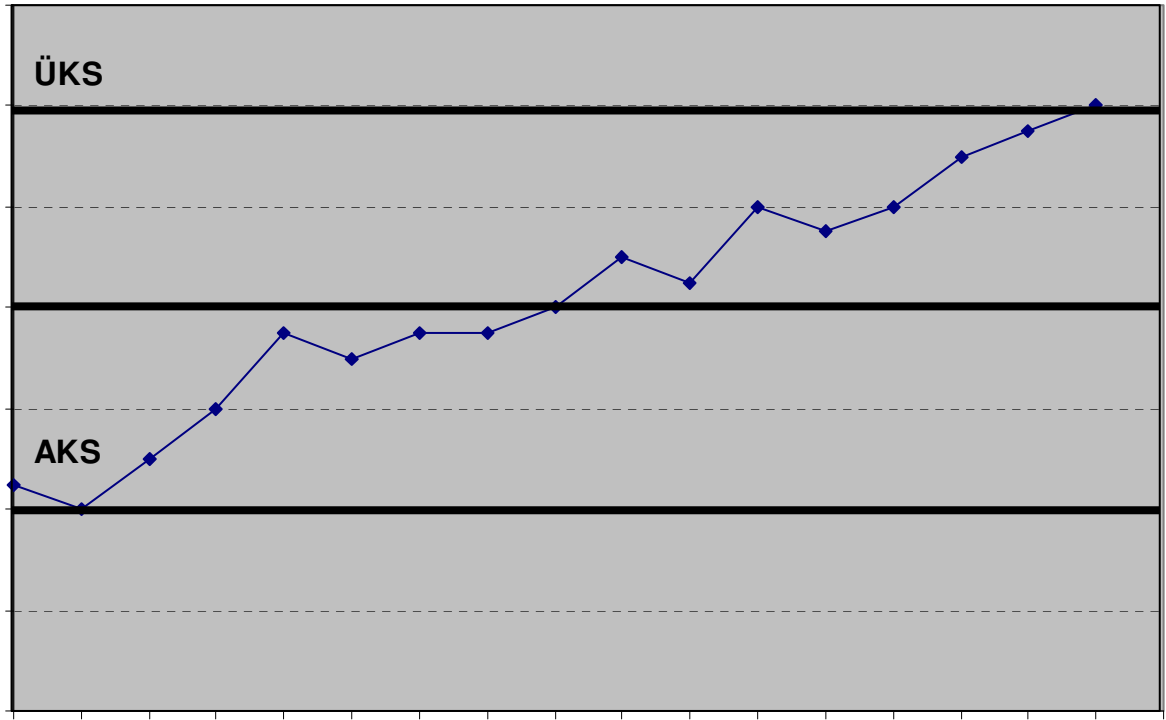
voltaj, ısı veya basınç vb. çevre faktörlerindeki değişimler ile üretim ekipmanlarındaki yıpranma olabilir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Periyodik Dalgalanma Durumu

4.7.3 Proses Ortalamasından Kayma

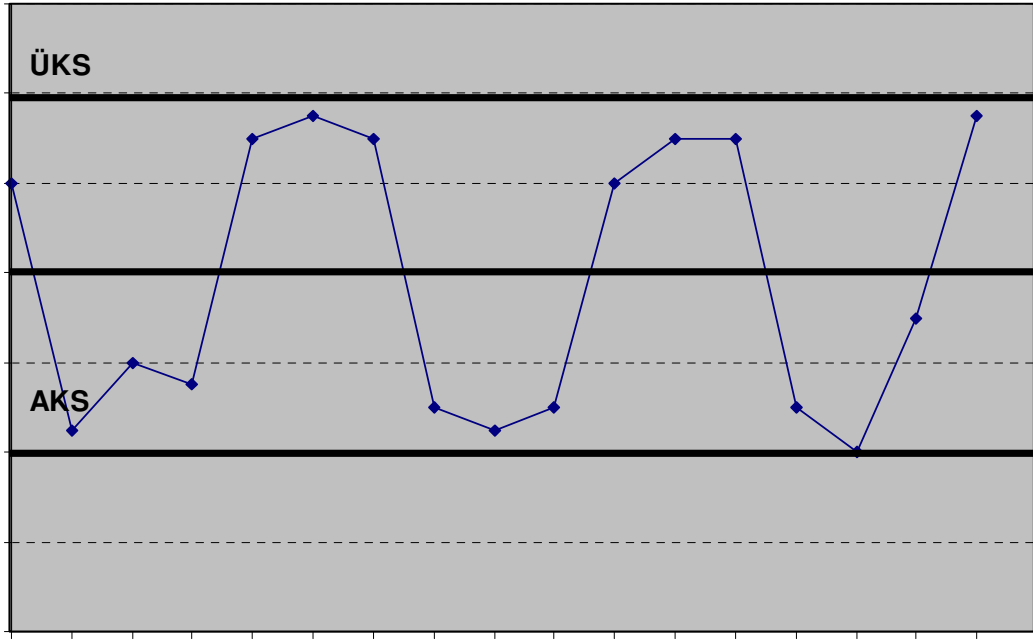
Şekil 4.7’de görülen bu durumda proses karakteristiği bir trend arz etmektedir. Bu trend yukarı veya aşağı yönde olabilir. Bu durum kalite özelliğine göre bir iyileşmenin veya daha kötüye gidişin habercisi olabilir. Bu durumun sebepleri ise şunlar olabilir: Prosesi oluşturan makine aksamındaki sürekli yıpranma veya bozulmaya yüz tutma durumu, operatör yorgunluğu, çevre ısısındaki mevsime bağlı değişim veya üretim prosesinde yapılan bir değişiklik.



Şekil 4.7: Proses Ortalamasından Kayma Durumu

4.7.4 İki Farklı Ana Kütle

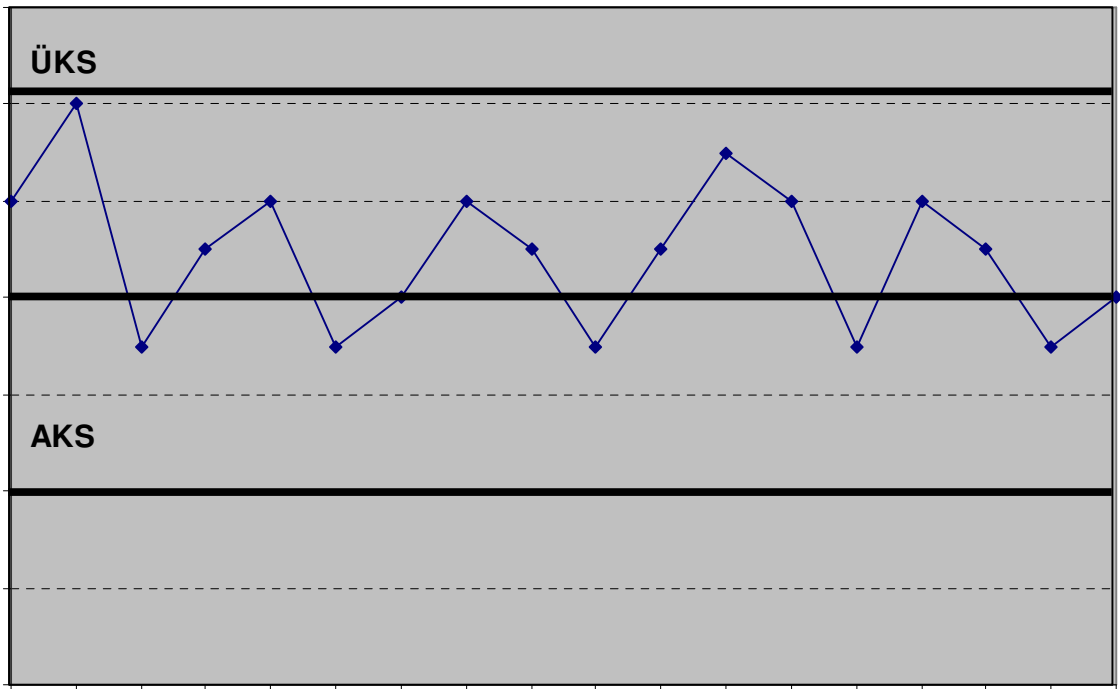
Şekil 4.8’da noktaların OÇ'den uzakta ve AKS ile ÜKS çizgilerine çok yakın olduğu bu durum, iki farklı ana kütle etrafında bir dağılım söz konusu olduğunu ifade edebilir. Bu yüzden bu duruma Karışık durum da denmektedir. Bu durumda muhtemel sebepler şunlardır: Proseste sıkça ayarlama yapılıyor olması veya proses aksamının iki veya daha çok yerindeki ayarların bozulması. Bunun sonucunda farklı ortalama ve standart sapmaya sahip iki veya daha fazla dalgalanma gösteren dağılımın, prosesten çıkan ürünlerin dağılımında da yer alması söz konusudur. Karışık durum, sistematik hatadan ziyade tesadüfi değişmelerle de ortaya çıkabilir.



Şekil 4.8: İki Farklı Ana Kütle Durumu

4.7.5 Sahte Uyum

Şekil 4.9 'da görülen bu durumda, görünüşte proses tam olarak kontrol altındadır. Fakat müşahede noktalarının suni olarak OÇ etrafında yayılma göstermesi, bunun tabii bir değişkenlik olmadan meydana geldiğini ifade eder. Bu durumun en başta gelen sebebi, kontrol sınırlarının gereğinden fazla olarak yanlış hesaplanmış olmasıdır.



Şekil 4.9: Sahte Uyum Durumu

4.8 Regresyon Analizi

İstatistik ilişkilerin pek çoğu bir doğru denklemi ile ifade edilir.

$$Y = a + bX$$

şeklindeki bir doğrusal fonksiyonda a; fonksiyonun Y eksenini kestiği noktayı, b; ise doğrunun eğimini ifade etmektedir. Bilindiği gibi, bir doğru üzerinde herhangi iki noktanın koordinatları biliniyorsa a ve b sabitlerini ve dolayısıyla doğrunun denklemini yazmak mümkündür(Sarioğlu, 2007)²⁸.

En Küçük Kareler Yöntemi, basit doğrusal, çoklu regresyon modellerinin çözümlenmesinde kullanıldığı gibi, çok denklemlilikli ekonometrik modellerin çözümünde de kullanılan tekniklerin temelidir. Kurulan regresyon modellerinde gözlemler, anakütle gözlem değerlerinden herhangi şekilde alınmış gözlemler olduğunu düşünürsek, aldığımız gözlem değerlerinden başka aynı sayıda olan fakat farklı olasılıklarla çok daha fazla gözlem alınabilmektedir. Kurulan regresyon modeli ilgilenilen problemle ilgili örnek olarak alınmış gözlem değerleri kullanılarak hesaplanmaya çalışılır. Bu nedenle kurduğumuz modeldeki değerler tahmini değerler olacaktır. Tahmin edilmeye çalışılan sonuç değişkeni (Y) ve sebep değişkeni katsayıları (a ve b vs.) şapka olarak göstererek, tahmini regresyon denklemi yazılmaktadır. Şapka olarak gösterilen ve tahmin olarak adlandırılan katsayıların gerçek katsayılarla en yakın şekilde hesaplanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlardan en iyisi "En Küçük Kareler Yöntemi" olarak isimlendirilen yöntemdir(Karaca, 2004)²⁹.

Serpilme diyagramı vasıtasıyla tespit edilen doğrusal bir ilişki çok sayıda doğru ile gösterilebilir. Ancak ilişkiyi en iyi belirleyecek denklem, en küçük kareler metodu yardımıyla tespit edilecek olan denklemdir, şöyle ki bu kritere göre çizilen eğriden serpilme diyagramındaki noktalara olan dikey uzaklıkların karelerinin toplamı minimum olacaktır.

4.9 Korelasyon

İki değişken arasındaki ilişkinin derecesini gösteren göstergeye korelasyon katsayısı denir. Daha önce görülen regresyon analizinde iki değişken arasında neden-sonuç ilişkisi aranmıştır.

²⁸ Sarioğlu, O., 2007. Korelasyon ve Regresyon Hakkında Bilgiler, <http://www.istatistikselanaliz.net/>

²⁹ Karaca, N., 2004. En Küçük Kareler Yöntemi, <http://analiz.ibsyazilim.com/egitim/kk.html>

Yani verimi etkileyen (açıklayan) ya da ona neden olan toprağa atılan gübre miktarı olabilir. Ya da öğrenci başarısını etkileyen devam sayısı olabilir. Bunlar açıklayıcı değişkenlerdir. Burada devam edilen gün sayısı x değişkeni yani açıklayıcı değişkeni, y ise başarı notu; yani, açıklanması istenen değişkendir. Buna bağımlı değişken de denir(Karaca, 2004)³⁰.

Korelasyon analizinde açıklayıcı değişkenle açıklanması istenen değişken arasındaki ilişkinin derecesi ve bunun geçerliliğinin testi incelenir. Eğer iki değişken arasında pozitif bir ilişki varsa yani, değişkenlerden biri artarken diğeri de artıyor ise korelasyon katsayısı, sıfırla artı bir (+1) arasında, negatif bir ilişki varsa yani değişkenlerden biri artarken diğeri azalıyor ise korelasyon katsayısı, sıfırla eksi bir (-1) arasında değişir, ilişki yoksa korelasyon katsayısı sıfıra yakın bir değer alır. Korelasyon katsayısı, r , $-1 \leq r \leq 1$ arasında değişir(Köse, 2005)³¹.

Korelasyonda dikkatli bulunulması gereken önemli bir nokta, uygulanan değişkenler arasında anlamlı ve mantıklı bir ilişki olmasıdır. Her bulunan yüksek o korelasyon her zaman anlamlı değildir. Örneğin, yağışlı günlerle öğrenci devamı, yağışlı gün sayısı ile şemsiye satışı ya da gribe yakalananlar arasında anlamlı bir ilişki vardır. Ancak araba satışı ile yağmurlu gün sayısı, öğrenci başarısıyla elektrik fiyatları, x partisinin aldığı oyla patates verimi arasında anlamlı bir ilişki olamaz, ilişki pratik ya da kuramsal temele oturtulmalıdır(Karaca, 2004).

Korelasyon katsayısı genellikle örnekten hesaplanmaktadır, -1 ile +1 arasında değişebilen -1 ve +1 e yaklaştıkça ki değişken arasında ters veya doğru yönlü kuvvetler ilişkisi ifade etmektedir, r ile gösterilen korelasyon katsayısının işareti x ve y arasındaki kovaryansın işaretine bağlıdır(MS Office, 2007)³².

4.10 Varyans Analizi (Analysis Of Variance- Anova)

Bir kümedeki, topluluktaki birbirinden farklı alt grupların belirlenmesinde varyans analizi sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin Gaziantep, Çanakkale ve Ankara'da yaşayan insanların eğitim seviyeleri arasında anlamlı fark olup olmadıkları araştırılır. Bunun için o bölgedeki rassal olarak seçilmiş insanlara eğitim seviyesini belirleyici bazı sorular sorulabilir ve her biri için bir başarı oranı belirlenebilir. Sonuçta her bir bölge için ortalama bir başarı oranı belirlenmiş olur; ancak bu ortalamalar arasında gerçekten anlamlı bir farklılık var mıdır? İşte

³⁰ Karaca, N., 2004. Korelasyon Analizi, <http://analiz.ibsyazilim.com/egitim/koran.html>

³¹ Köse, S.K., 2005. Korelasyon ve Regresyon Analizi, http://www.toraks.org.tr/mse-ppt-pdf/Kenan_KOSE3.pdf

³² MS Office, 2007. İstatistiksel Çözümleme Araçları Hakkında, <http://office.microsoft.com/tr-tr/>

bu noktada varyans analizi devreye girer. Farklılığın oluşabilmesinin iki temel şartı vardır; birincisi ortalamalar birbirinden yeterince uzakta olmalı, ikincisi ise ortalamaların elde edildiği varyansların küçük olmasıdır.

İstatistiksel analizler SPSS programı yardımıyla yapılmıştır. ANOVA tablosunun yorumlanabilmesi önemlidir.

Bir analize başlanmadan önce hipotez belirlenmelidir. Ho hipotezi olarak adlandırılan hipotez aksi belirtilmedikçe ortalamalar arasında fark yoktur yargısına sahiptir.

SPSS kullanıldığında bulunan bir F-değeri için F-yoğunluk fonksiyonun kuyruk bölümünde kalan alan varyans analizi tablosunda belirtilir. P-value adı verilen bu alan hipotez testinin kararını vermek için kullanılır. P-değerine bakarak karar vermek, F tablosu kullanarak karar vermekten çok daha pratiktir(Erdem, 2007)³³.

P-değeri $< \alpha$ ise, \Rightarrow Ho reddedilir,

Değilse, \Rightarrow Ho kabul edilir.

ÖRNEK: SPSS ile Varyans Analizi

Tablo 4.5 'de Fabrika yerine göre çalışanlar arasındaki bilgi farklılığının incelendiği Varyans analiz tablosu yer almaktadır. Bu tabloda kritik değer 0,003 olan p değeridir.

Bağımlı Değişken: Bilgi düzeyi

Tablo 4.5: Spss ile Hazırlanmış Varyans Analiz Tablosu

Source of Variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Signif. (p-value)
Between Groups	516	2	258	9	0.003
Within Groups	430	15	28.67		
Total	946	17			

Faktör: Fabrika yeri

p-değeri=0.003 $< \alpha = 0.05$ olduğu için Ho reddedilir. Yani fabrika yerlerine göre çalışanlar arasında bilgi seviyesi olarak anlamlı farklılık yoktur hipotezi reddedilir.

³³ Erdem, 2007. Varyans Analizi, <http://www.mis.boun.edu.tr/erdem/ibs515/ANOVA.doc>

5. UYGULAMALAR

5.1 Şirket Hakkında Bilgi

Uygulama aşamasında otomotiv üretimi yapan bir fabrikanın imalatçılarından aldıkları hammaddenin kalite kontrol aşamasında yapılan seleksiyonlar ve nedenleri tartışılmıştır. Örneği verilen fabrikaya ilişkin bilgiler şu şekildedir:

Tablo 5.1: Şirket Bilgileri

Hisse Dağılımı	%41 ve % 41 olarak iki ortak ve % 18'i halka açık
Beyaz Yakalı Çalışan Sayısı	1225
Mavi Yakalı Çalışan Sayısı	6607
2005 Yılı Toplam Ciro- \$	4.6 Milyar
2006 Yılı Otomotiv Pazar Payı	Yaklaşık % 17
Fabrika Yerleşkesindeki Üniteler	İdare Binası, Yan Sanayi Parkı, Montaj Atölyesi, Boyahane, Kaynak Atölyesi, Pres Atölyesi, Takım-Kalıp, Misafirhane, Satış Parkı, Liman
Üretim Sistemi	Yalın Üretim
Kalite Sistemi	Sürekli İyileştirme

Tablo 5.1'de üretimi yapılan otomobillerde çeşitli imalatçı firmalardan alınan çelikler kullanılmıştır. Firma ile ilgili bilgiler gizli tutulduğundan firmadan aldığımız tablolarda ve şekillerde kaynak ismi belirtilmemiştir. Otomobil endüstrisinde kullanılan çeliklerde aranan çeşitli özellikler bulunmaktadır(Borçelik, 2007)³⁴

- Düşük Akma / Çekme Dayanımı Oranı: Şekillendirilebilme

- Yüksek Mukavemet Garantisi: Min. Kalınlık/Ağırlık azaltma uygulamaları
- Düşük Karbon Eşdeğeri: Kaynaklanabilirlik
- Yüksek Yorulma Mukavemeti: Dinamik Yük Dayanımı
- Yüksek Darbe Dayanımı: Darbe Emicilik
- Yağlama Seçeneği: Korozyon Dayanımı
- Soğuk Haddelenmiş Ürünler İçin: Görünür Yüzey Kalitesi
- Kontrollü Pürüzlülük ile Geliştirilmiş Boyanabilirlik

Sayılan özellikler arasında uygulama aşamasında Şekillendirilebilme ve Görünür Yüzey Kalitesi özellikleri üzerine durulmuştur. Bu iki özellik için çeliğin üretimi ve haddelenmesi esnasındaki sıcaklıkların etkili olduğu gerçeğinden (Borçelik, 2007) yola çıkılarak sıcaklık ve çeşitli özellikleri (Uzama Katsayısı vs.) arasında regresyon ve korelasyon denklemleri oluşturulmuştur.

Ayrıca, ürünler deneysel teste sokulmadan önce görünür fiziksel özelliklerine bakılarak yapılan seleksiyon neticesinde, hangi tip kusurların öncelikli olduğunun belirlenebilmesi amacıyla pareto analizi yapılmıştır.

5.2 Kullanılan Veriler

Tablo 5.2’de çelikler imalatçı firmadan alındıktan sonra yüzeysel gözlemlemenin ardından kaydedilen kusurlar yer almaktadır. Buradaki veriler pareto analizinde kullanılacaktır.

Tablo 5.3’deki veriler ise imalatçı firmalardan alınan çeliklerin laboratuvar testlerine tabi tutularak elde edildikleri sonuçlar yer almıştır. Daha çok teknik ölçümleri içeren bu sonuçlar satın alınması düşünülen materyalin otomotiv üretimindeki uygunluğunun testinde kullanılmıştır. Buradaki veriler çeşitli frekans tabloları yardımıyla histogramlar hazırlanmasında, regresyon, korelasyon ve varyans analizleri yardımıyla meydana gelen problemlerin bilimsel sebeplerini ortaya çıkarabilmek amacıyla kullanılmıştır.

³⁴ Borçelik, 2007. Borçelik Ürün Kataloğu, <http://www.borcelik.com/turkce/urunlerimiz/hdg.aspx>

Tablo 5.2: Yüzeysel Olarak Gözlemlenen Kusurlar

Kusur Sayısı	Kusur Maliyeti \$	Kusurun Cinsi	Kusurun Grubu
110	1990	Yırtık ve katlamadan dolayı basılamadı	Yırtık
160	2895	Yırtık ve katlamadan dolayı basılamadı	Yırtık
107	1649	Malzeme yüzeyinde lekeler var	Lekeli
283	3208	Aşırı portakallanma ve ön tarafta pot oluşumu	Portakallanma
264	2993	Aşırı portakallanma ve ön tarafta pot oluşumu	Portakallanma
320	3627	Aşırı portakallanma ve ön tarafta pot oluşumu	Portakallanma
320	3627	Aşırı portakallanma ve ön tarafta pot oluşumu	Portakallanma
310	3514	Aşırı portakallanma ve ön tarafta pot oluşumu	Portakallanma
20	400	saçın yüzeyinde izler var	Lekeli
105	1686	Malzeme çizik üstte boydan boya çizik	Çizik
124	3428	Aşırı galvaniz dökülmesi ve pot var	Pot
160	4423	Aşırı galvaniz dökülmesi ve pot var	Pot
86	975	Saçtan kaynaklanan damar	Damar
209	2369	Malzeme yüzeyinde çizik var	Çizik
216	3887	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
235	4228	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
30	540	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
235	4228	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
235	4228	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
186	3347	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
221	3977	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
235	4228	Rulodan kaynaklanan damar var	Damar
41	706	Malzemede alttan boydan boya çizik var	Çizik
240	862	Açınımdan meydana gelen aynı yerde derin çizik var	Çizik
322	3076	Yüzeyde derin vuruğu izi	Vuruğu
77	1202	Eski ebatlı saç	Eski
60	936	Yüzeyde lekeler var	Lekeli
180	2809	Yüzeyde lekeler var	Lekeli
128	1463	Saç kalınlığı farklı	farklı
288	3265	Malzeme hatası damar var	damar

Tablo 5.3: Laboratuvar Testi Sonuçları

Parça Adı	Kalınlık	İmalatçı Firma	Cup Testi	Minimum Akma	Maksimum Akma	Minimum Çekme	Maksimum Çekme	Uzama Oranı	Haddeleme Sıcaklığı
Arka Taban Paneli	0,81	1	10,1	220	280	340	240	30	1025
Arka Taban Paneli	0,06	2	10,4	220	280	320	400	32	1062
Arka Taban Paneli	0,93	2	10,4	220	280	320	400	32	1067
Arka Taban Paneli	0,94	3	10	220	280	320	400	32	1078
Arka Taban Paneli	0,94	2	10,4	220	280	320	400	32	1089
Arka Taban Paneli	0,95	3	10,1	220	280	320	400	32	1099
dış çamurluk panel	0,78	1	10,8	220	280	340	420	30	1024
Kayar kapı dış panel	0,74	4	10,5	260	320	360	440	30	1065
Mot.Kaputu Dış Panel	3	1	9,5	360	320	360	440	30	950
Mot.Kaputu Dış Panel	0,69	4	10,2	260	320	360	440	30	968
Mot.Kaputu Dış Panel	0,82	5	10,7	180	230	300	350	34	1108
Mot.Kaputu Dış Panel	0,83	5	10,7	180	230	300	350	34	1112
Orta tavan paneli	0,82	2	11,2	140	175	270	330	40	1163
Orta tavan paneli	0,81	6	11,2	120	160	270	330	42	1203
ön kapı dış panel	0,74	3	10,8	220	280	320	400	32	1114
Ön Kapı İç Panel	1,24	3	11,9	120	170	270	330	40	1145
Ön Kapı İç Panel	0,77	5	11,4	120	170	270	330	42	1187
Ön Kapı İç Panel	0,76	5	10,7	120	170	270	330	42	1205
Ön Kapı İç Panel	0,76	6	10,7	120	170	270	330	42	1207
Ön taban panel	0,82	3	9,6	220	280	320	400	32	1102
Ön tavan panel	0,82	5	11,9	140	175	270	330	40	1167
Sol Ön Yan Dış Panel	0,74	1	10,3	220	280	340	420	30	999
Sol Ön Yan Dış Panel	0,92	4	10,5	220	280	340	420	30	1005
Sol Ön Yan Dış Panel	0,92	4	10,7	220	280	340	420	30	1008
Taban Panel	0,81	2	9,9	220	280	320	400	32	1090
Taban Panel	0,82	1	10,1	220	280	320	400	32	1095
Taban Panel	0,81	3	10,7	220	280	320	400	32	1096
Taban Panel	0,82	3	10,1	220	280	320	400	32	1099
Taban Panel	0,83	2	11,1	220	280	320	400	32	1100
Taban Panel	0,82	2	11,1	220	280	320	400	32	1100
Tailgate İç Panel	0,83	6	11,9	120	160	270	330	42	1222
Tailgate İç Panel	0,84	5	11,3	140	175	270	330	42	1234
Tailgate İç Panel	0,84	6	12	140	175	270	330	42	1245
Yan Dış Panel	0,94	4	12,1	220	280	340	420	30	1066
Yan Dış Panel	0,83	6	11	120	160	270	330	42	1168
Yan Dış Panel	0,82	3	10,9	120	160	270	330	42	1189
Yan Dış Panel	0,81	6	10,4	120	160	270	330	42	1195
Yan Dış Panel	0,81	5	10,4	120	160	270	330	42	1210
Yan Dış Panel	0,81	5	10,7	120	160	270	330	42	1222

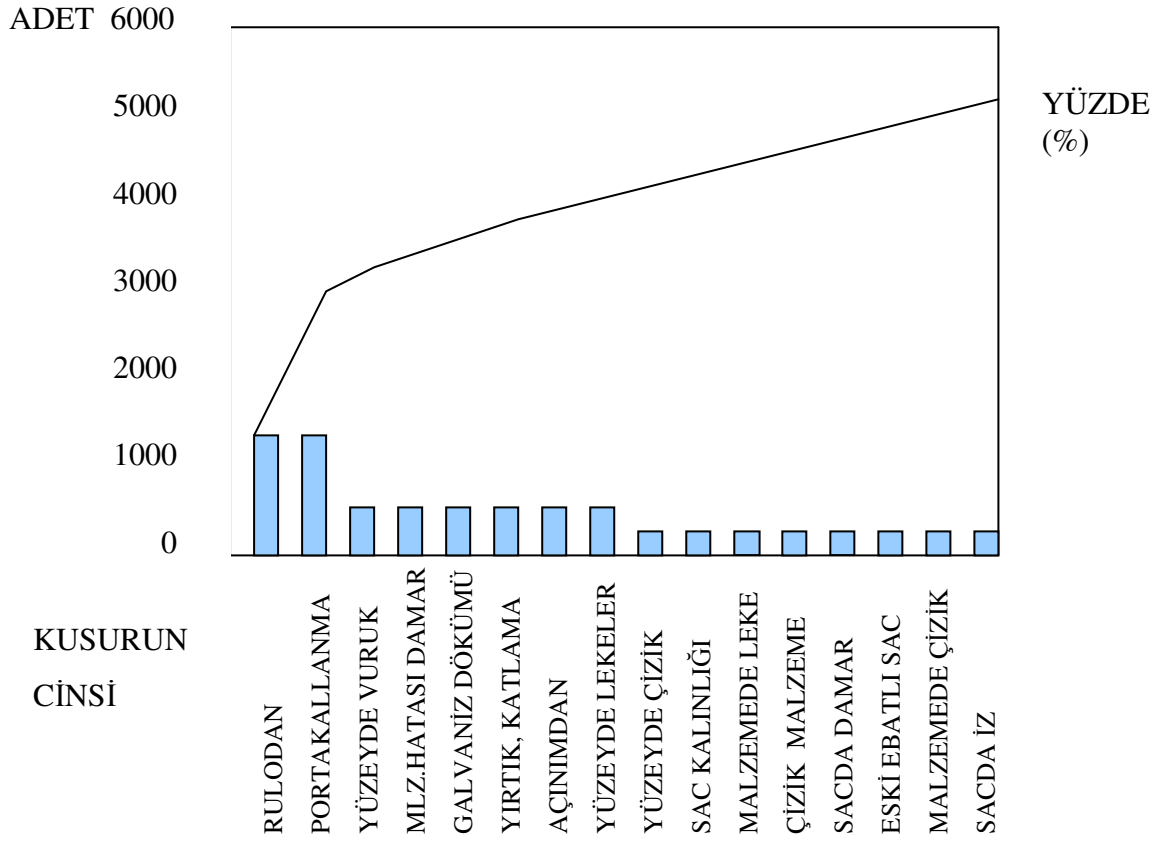
5.3 Hesaplama, Analiz ve Yorumlar

5.3.1 Pareto Analizi Uygulaması

Tablo 5.2 'deki verilere bakılacak olunursa yüzeysel olarak portakallanma, çizik vs. problemler olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, hangi tip problemlerin öncelikli olduğu bilinmemektedir. Bunun tespit edilebilmesi amacıyla bir dizi pareto analizleri SPSS programı yardımıyla yapılmıştır.

GÖRÜLEN SORUNLAR	SAYISI	KÜM. TOPLAM	YÜZDE	KÜM. YÜZDE
RULODAN KAYNAKLANAN	1593	1593	28.92	28.92
AŞIRI PORTAKALLANMA	1497	3090	27.18	56.1
DERİN VURUK	322	3412	5.84	61.94
MALZEME HATASI DAMAR	288	3700	5.22	67.16
AŞIRI GALVANİZ...	284	3984	5.15	72.31
YIRTIK, KATLAMADAN...	270	4254	4.90	77.21
AÇIMDAN KAYNAKLANAN..	240	4494	4.35	81.56
YÜZEYDE LEKELER	240	4734	4.35	85.91
MLZ. YÜZEYİNDE ÇİZİK	209	4943	3.79	89.7
SAC KALINLIĞI FARKI	128	5071	2.32	92.02
MLZ.YÜZEYİNDE LEKE	107	5178	1.94	93.96
MLZ. ÇİZİK	105	5283	1.90	95.86
SACDA DAMAR	86	5369	1.56	97.42
ESKİ EBATLI SAC	77	5446	1.39	98.81
MLZ.ÇİZİK VAR	41	5487	0.74	99.55
SAC YÜZEYİ İZLER	20	5507	0.36	99.91
TOPLAM	5507	–	100	–

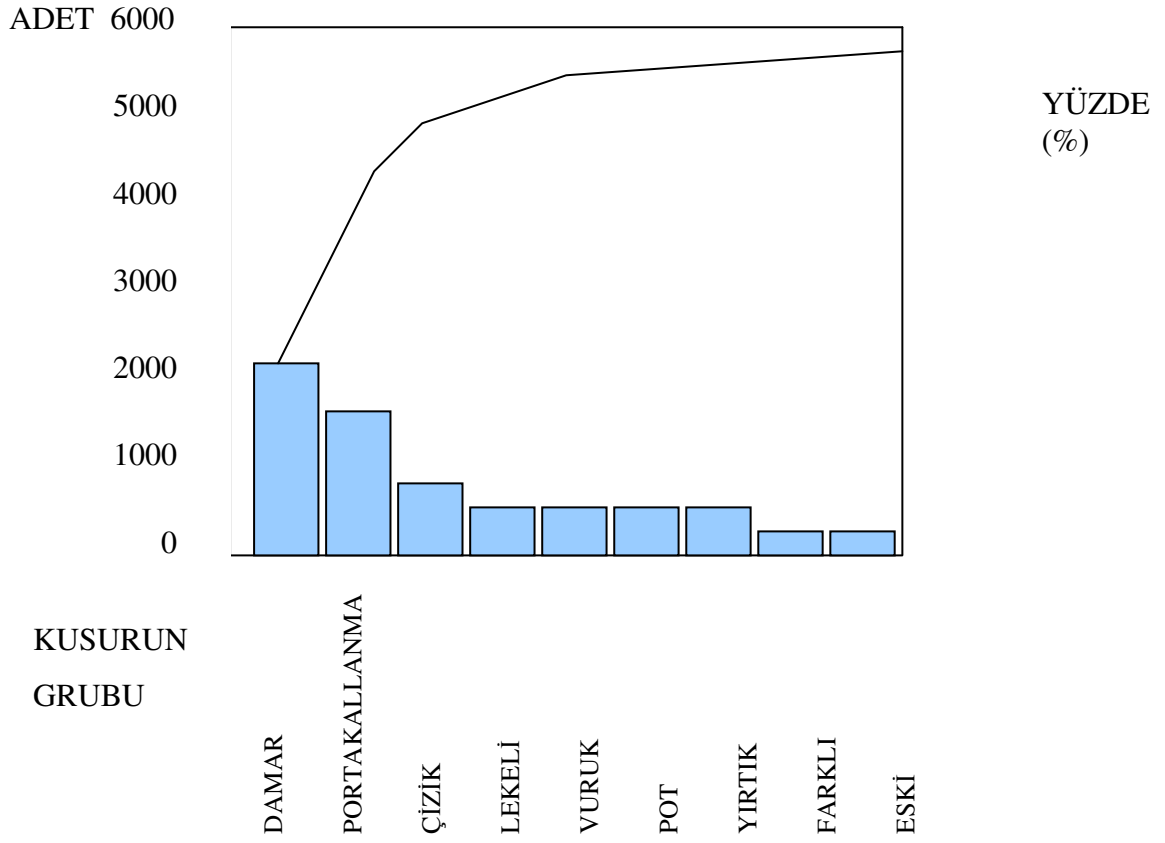
Tablo 5.4: Pareto Diyagramı İçin Oluşturulan Veri Çizelgesi



Şekil 5.1: Kusurun Cinsinin Adedine Göre Pareto Diyagramı

Şekil 5.1 deki pareto analiz diyagramına bakılacak olursa karmaşık ve pek de anlaşılır ve yararlı gözükmeyen bir resim vardır. Zaten yapılan analizlerde en doğru sonuç kısa sürede ve ilk seferde bulunamaz; bu durum işin doğasında vardır. Sonuç itibariyle veriler eldedir, ve verilerin değişik formatlara sokulmasıyla daha faydalı analizler yapmak mümkündür.

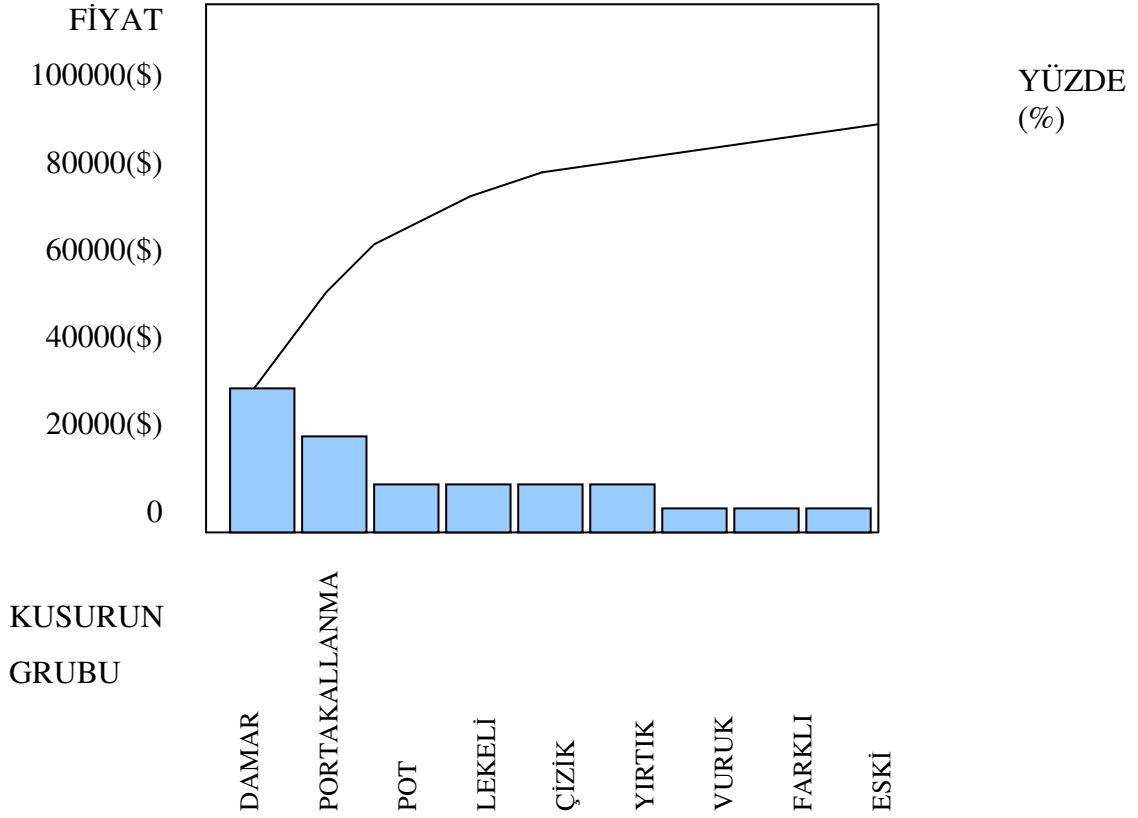
Dolayısıyla eldeki karmaşık verilerin sınıflandırılması yoluna gidilmiş ve Tablo 5.2'deki kusurun grubu oluşturularak, daha anlamlı pareto diyagramları oluşturmak amaçlanmıştır.



Şekil 5.2: Kusurun Grubunun Adedine Göre Pareto Diyagramı

Şekil 5.2'deki pareto diyagramı, çok açık bir şekilde görülmektedir ki, şekil 5.1'deki çok daha anlaşılır bir resimdir. Bu şekle göre imalatçı firmalardan alınan hammadedeki birincil problemler damar ve portakallanma problemleridir. Bu durum imalatçı firmalara iletilerek, özellikle bu kusurların oluşmasında etkili olan haddelenme sıcaklığına dikkat edilmesi gereği uyarısı yapılmalıdır.

Ancak şekil 5.2 'deki diyagramın da geliştirilmesi muhtemeldir. Oluşan kusurlardan dolayı hesaplanan maliyetler para birimi cinsinden tablo 5.3'de verilmişti. Rahatlıkla kabul edilebileceği üzere tüm firmalar için öncelikli hesaplama yöntemi parasal olandır. Dolayısıyla kusurlardan dolayı meydana gelen en maliyetli olanları seçilebilir.



Şekil 5.3: Kusurun Grubunun Fiyatına Göre Pareto Diyagramı

Şekil 5.3’de kusurlardan dolayı oluşan maliyetlere göre öncelikli problemler belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 5.2’ye göre damar ve portakallanma öncelikli problemler olarak ele alınmıştır. Ancak şekil 5.3’e göre aslında damar problemi çözülmesi gereken birinci problemdir ve en yakınındaki portakallanma problemine %100 fark atmıştır.

Bunun yanı sıra şekil 5.2’de pek de göze çarpmayan pot problemi, şekil 5.3’de üçüncü sırayı olarak dikkate değer bir konuma gelmiştir.

Sonuç olarak verilerin doğru analiz edilmesi ve çeşitli sınıflandırmalar neticesinde analizlerin geliştirilmesi mümkündür. Bu durum analizi yapan kişinin bilgi ve tecrübesine göre değişmektedir.

5.3.2 Frekans Tablosu ve Histogram Oluşturma

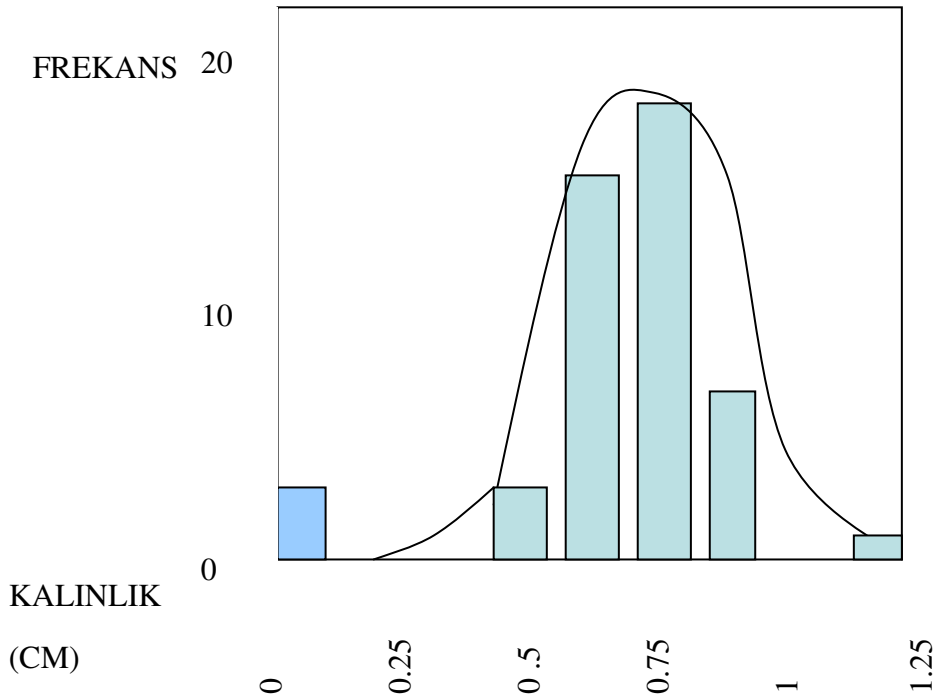
Tablo 5.3’de niceliksel olarak ölçülmüş olan çeşitli veriler yer almaktadır. Bu verilerden çekme ve akma miktarı gibi veriler belli değerler üzerinde yoğunlaşmış olan ve farklılıkların az olduğu ortalama değerlerdir. Ancak kalınlık ve sıcaklık gibi farklılıkların olduğu değerlerde ölçülen dotalar belli değerler üzerinde yoğunlaşarak tepe oluşturabilmekte ve histogramların oluşmasına imkan vermektedir.

Statistics

Tablo 5.5: Kalınlık ve Sıcaklık İçin Betimleyici Sonuçlar

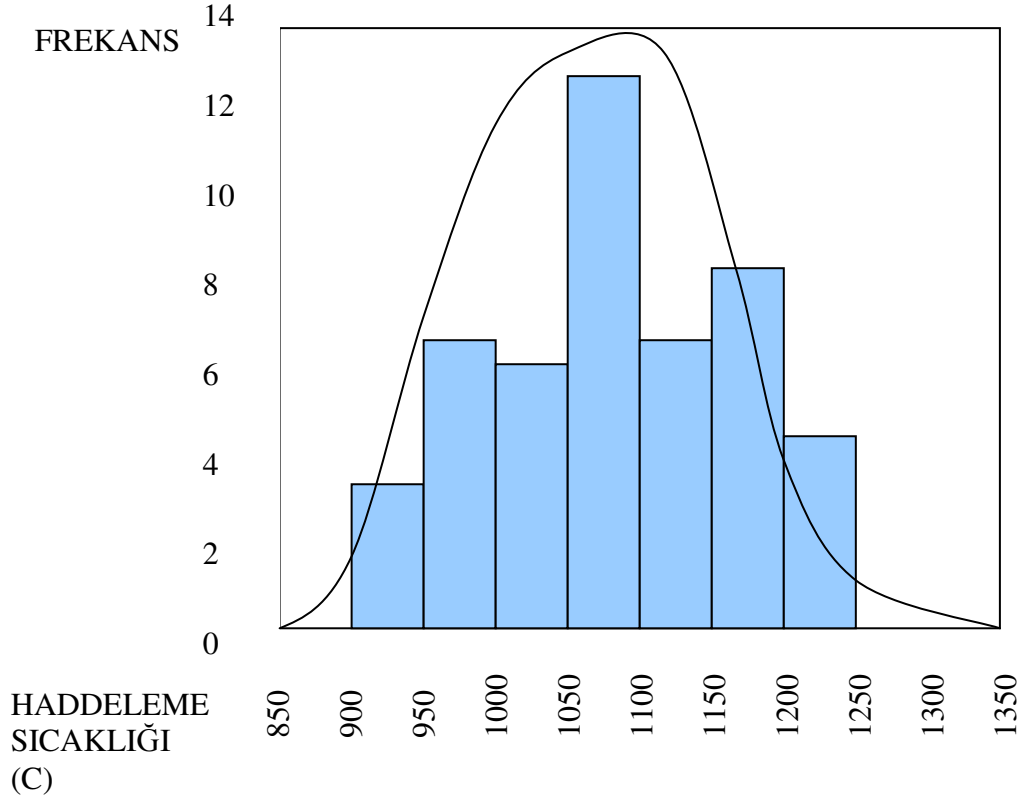
	KALINLIK(cm)	HADDE SICAKLIĞI(C)
Gözlem Sayısı	39	39
Ortalama	,8136	1114,9487
Ortanca	,8200	1100,0000
Mod	,82	1099,00
Standart Sapma	,15505	77,78579
Varyans	,02404	6050,62888
Toplam	31,73	43483,00

Tablo 5.4’e göre Kalınlık ve Hadde Sıcaklığı için ölçülen Ortalama, Ortanca ve Mod değerleri birbirine yakın değerlerdir. Bu duruma göre kalınlık ve sıcaklık normal dağılıma sahip eğriler oluşturmaktadır.



Şekil 5.4: Kalınlık Değerlerine Göre Oluşturulmuş Histogram

Şekil 5.4 deki histogram yardımıyla imalatçı firmalardan alınmış olan çelik hammaddelerinin kalınlık karakteristiklerini tahmin etmek kolay olmaktadır. Bu durumda ortalama 0,81 mm civarı bir kalınlıkla çalışılmaktadır. İstenilen ortalama civarında hammadde üretimini sağlamak için imalatçı firmalara gerekli uyarı ve talimatlar verilebilir.



Şekil 5.5: Hadde Sıcaklığı Değerlerine Göre Oluşturulmuş Histogram

Şekil 5.5 deki histogram yardımıyla imalatçı firmalardan alınmış olan çelik hammaddelerinin hangi haddeleme sıcaklığında üretildiklerini tahmin etmek kolay olmaktadır. Bu durumda ortalama 1115 derece santigrat civarı bir sıcaklıkla çalışılmaktadır. İstenilen ortalama civarında hammadde üretimini sağlamak için imalatçı firmalara gerekli uyarı ve talimatlar verilebilir. Mesela portakallanma problemi 1100 derece santigratın altında yapılan haddelemelerde oluşmaktadır (Borçelik, 2007). Dolayısıyla ortalamanın 1100 'ün en az üç standart sapma kadar üstüne çekilmesi istenebilir. Örnek için bunun sağlanması ya ortalamanın artırılması ya da standart sapmanın düşürülmesi ile mümkün olacaktır.

5.3.3 Regresyon Analizi Uygulaması

Tablo 5.2'deki değerler yardımıyla çeşitli değerler arasında matematiksel ifadeler tahmin etmek olasıdır. Özellikle bir üretim girdi değeri olan haddeleme sıcaklığı çeliğin çeşitli karakteristikleri üzerine doğrudan etkisi olan bir veridir (Borçelik, 2007).

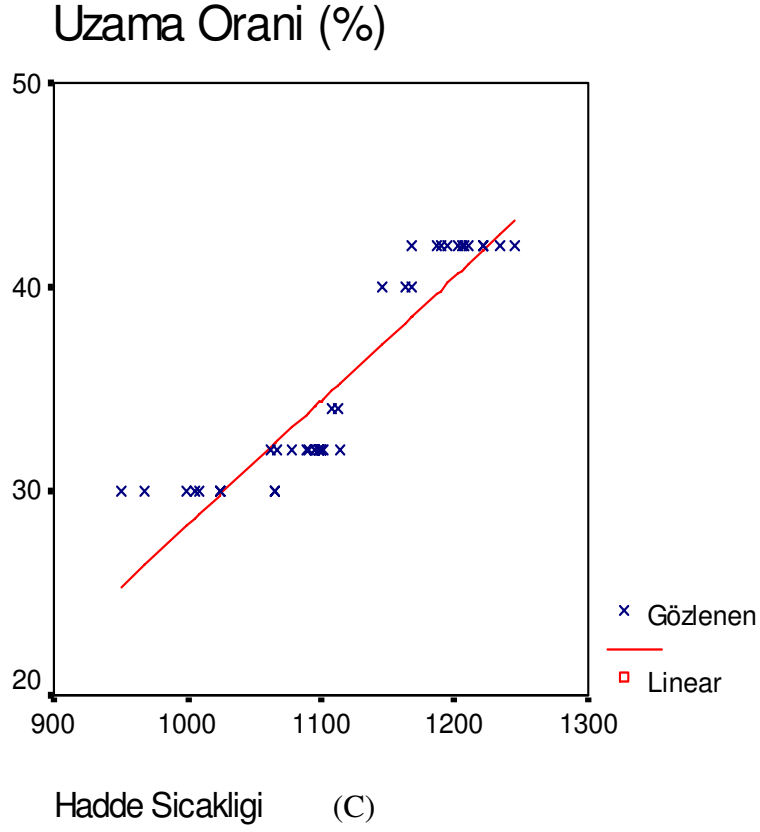
Tablo 5.6: Haddeleme Sıcaklığına Göre Çeşitli Değerler İçin Regresyon Sonuçları

Faktör		Haddeleme Sıcaklığı (C)					
Bağımlı Değişken	Metod	Rsq	s.d.	F	Sigf	b0	b1
UZAMA	LIN	0,844	37	199,76	0	-32,297	0,0607
KALINLIK	LIN	0,017	37	0,63	0,434	0,527	0,0003
CUPTEST	LIN	0,277	37	14,2	0,001	5,8428	0,0044
AKMAMIN	LIN	0,79	37	139,02	0	901,786	-0,6409
AKMAMAX	LIN	0,793	37	142,11	0	985,792	-0,6717
CEKMEMIN	LIN	0,881	37	272,87	0	729,806	-0,3802
CEKMEMAX	LIN	0,495	37	36,28	0	836,052	-0,4162

Tablo 5.6'deki regresyon analizi sonuçlarına göre sadece kalınlık için Sigf. değeri $0,434 > 0,05 > 0,01$ olduğundan hem %5, hem de %1 önem seviyesine göre tahmin edilen doğrusal denklem anlamsızdır. Bir başka ifadeyle haddeleme sıcaklığının kalınlık üzerine bir etkisi bulunmamaktadır.

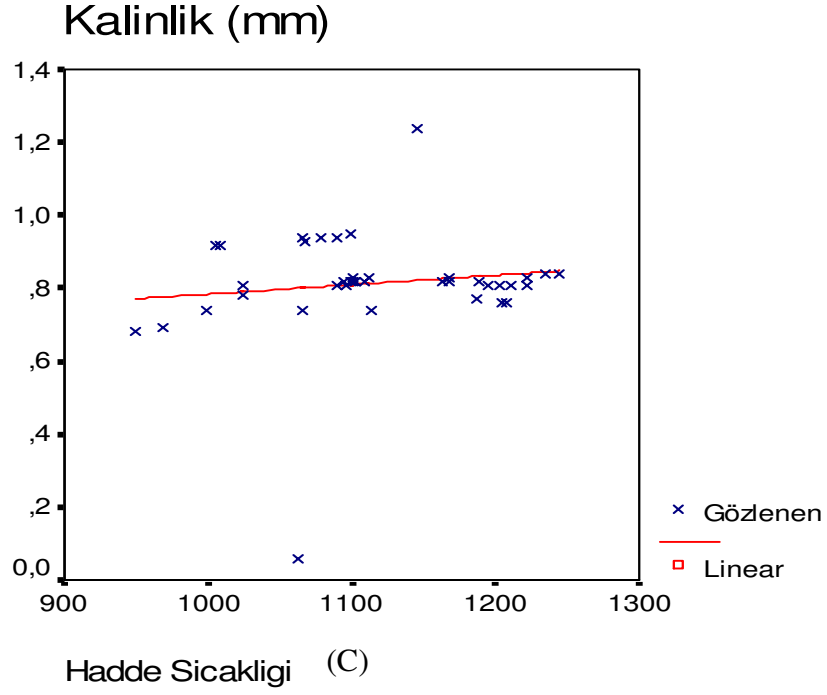
Ancak diğer tüm değerler için %1 önem seviyesinde anlamlı doğrusal denklemler tahmin edilmiştir. Rsq. değerleri incelenecek olunursa % 80'e yakın haddeleme sıcaklığı ile açıklanabilen uzaman, akmamin, akmamax, çekmemin değerleri bulunmaktadır.

Elde edilen denklemlerin görsel karşılaştırması için aşağıdaki şekiller yine SPSS yardımıyla oluşturulmuştur.



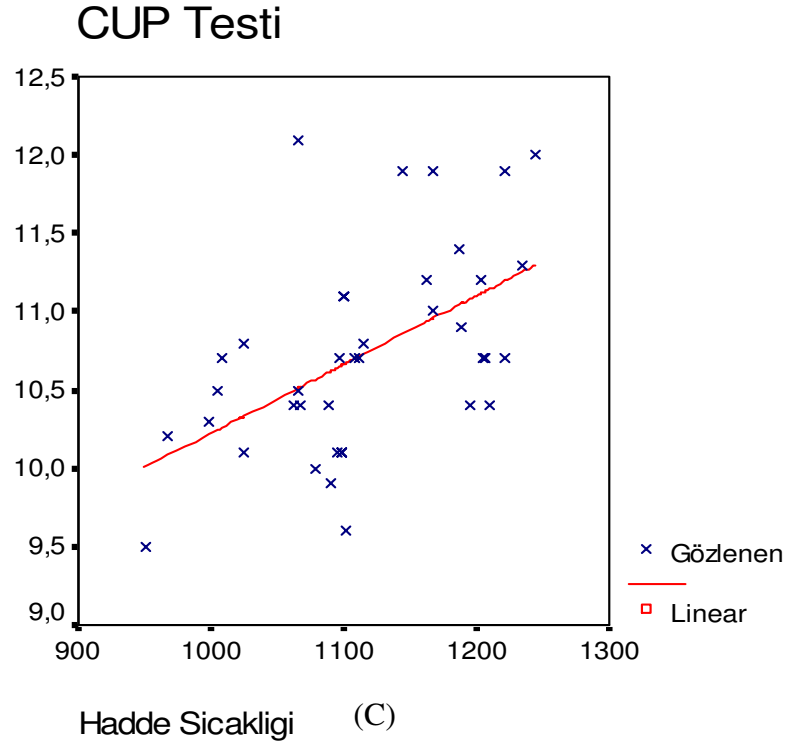
Şekil 5.6: Hadde Sıcaklığına Göre Uzama Oranı Değişimi

Şekil 5.6 incelenecek olursa haddeleme sıcaklığına göre uzama oranı arasında kuvvetli bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Otomotiv üretiminde uzama oranının yüksekliğinin şekillendirme oranına olan pozitif etkisi bu ilişkiyi ayrı bir önemli yere taşımaktadır. Dolayısıyla 1200 derece santigratın üzerinde üretimi yapılan çeliklerin alımı önceliklendirilmelidir.



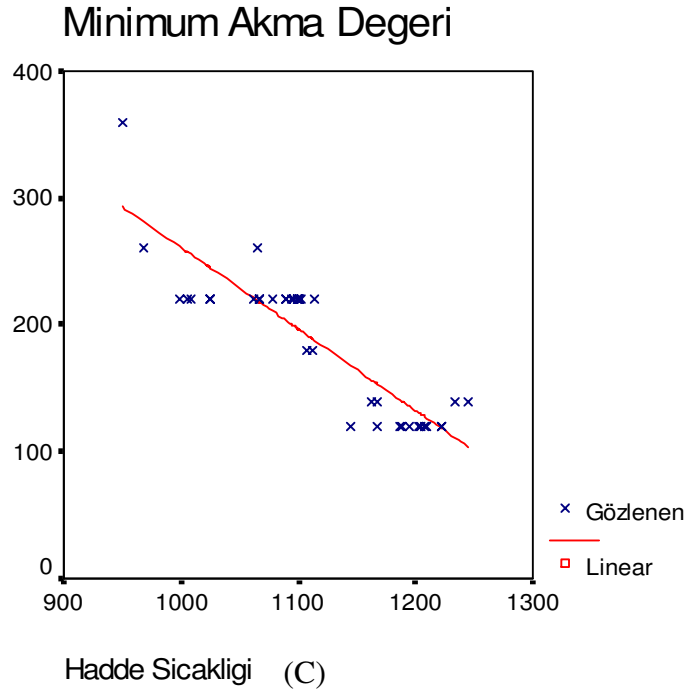
Şekil 5.6: Hadde Sıcaklığına Göre Kalınlık Değişimi

Şekil 5.7 'de zaten Tablo 5.6 deki sonuçlarla uyuşan bir resim bulunmaktadır. Yani hadde sıcaklığı ile kalınlık arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır.



Şekil 5.7: Hadde Sıcaklığına Göre CUP Testi Değişimi

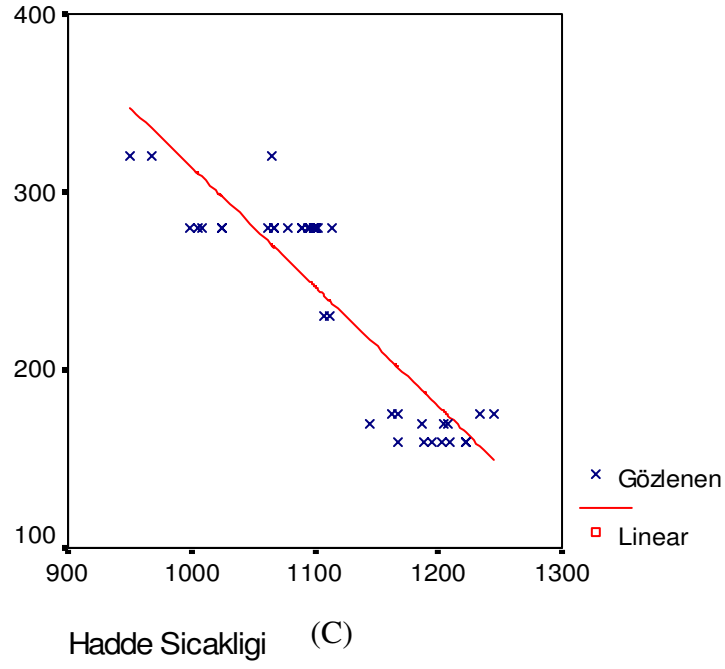
Şekil 5.8 deki dağılıma göre hadde sıcaklığına göre CUP testi değerleri artmaktadır. Ancak, bu ilişki o kadar da kuvvetli bir ilişki değildir.



Şekil 5.8: Hadde Sıcaklığına Göre Min. Akma Değeri Değişimi

Şekil 5.9'daki sonuçlara göre yine Tablo 5.6'deki sonuçlarla paralel olarak hadde sıcaklığı ile minimum akma değeri arasında negatif kuvvetli bir ilişki tespit edilmiştir. Otomotiv sektöründeki istenilen çelik değerleri için faydalı bir bilgi oluşturulmuştur.

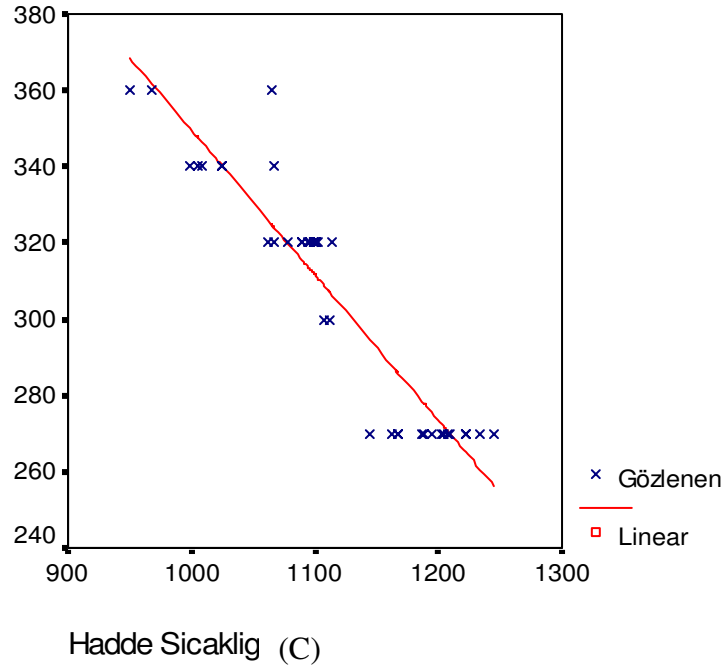
Maksimum Akma Değeri



Şekil 5.9: Hadde Sıcaklığına Göre Max. Akma Değeri Değişimi

Şekil 5.10'daki sonuçlara göre yine Tablo 5.6'deki sonuçlarla paralel olarak hadde sıcaklığı ile maksimum akma değeri arasında negatif kuvvetli bir ilişki tespit edilmiştir. Otomotiv sektöründeki istenilen çelik değerleri için faydalı bir bilgi oluşturulmuştur.

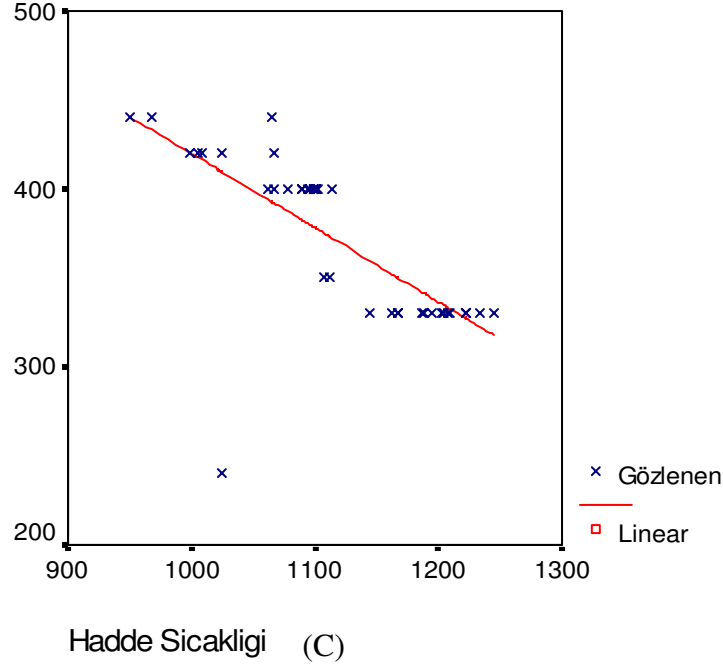
Minimum Çekme Değeri



Şekil 5.10: Hadde Sıcaklığına Göre Min. Çekme Değeri Değişimi

Şekil 5.11'deki sonuçlara göre yine Tablo 5.6'daki sonuçlarla paralel olarak hadde sıcaklığı ile minimum çekme değeri arasında negatif kuvvetli bir ilişki tespit edilmiştir. Otomotiv sektöründeki istenilen çelik değerleri için faydalı bir bilgi oluşturulmuştur.

Maksimum Çekme Değeri



Şekil 5.11: Hadde Sıcaklığına Göre Maksimum Çekme Değeri Değişimi

Şekil 5.12'deki sonuçlara göre yine Tablo 5.6'daki sonuçlarla paralel olarak hadde sıcaklığı ile maksimum çekme değeri arasında negatif kuvvetli bir ilişki tespit edilmiştir. Otomotiv sektöründeki istenilen çelik değerleri için faydalı bir bilgi oluşturulmuştur.

Tüm elde edilen sonuçlar hakkında analiz ve yorumları çoğaltmak mümkündür. Ancak, uygulamanın nasıl olduğunun gösterilmesi açısından yeterlidir. Regresyon analizinin yanı sıra varyans analizi de faktörlerin tespit edilmesi açısından etkili çözümler sunmaktadır. Bir sonraki konu başlığında buna değinilmiştir.

5.3.4 Varyans Analizi Uygulaması

Özellikle uzama oranı gibi otomotiv sektörü açısından kritik verilerin haddeleme sıcaklığına yüksek oranda bağlı bulunması imalatçı firmaların hangi sıcaklıklarda çalıştıklarının değerlendirilmesi açısından önem kazanmıştır. Haddeleme sıcaklığının yüzeysel kusurlar olan portakallanma üzerine de doğrudan etkileri bilinmektedir.

Dolayısıyla haddeleme sıcaklığı faktörü altında imalatçı firmalar (isimleri gizli tutulmuş, kodlama yapılmıştır) varyans analizine sokularak çeşitli gruplandırmalar elde edilmiştir.

Tablo 5.7: Hadde Sıcaklığı (C) Bakımından Betimleyici İstatistikler

İmalatçı Firma	Gözlem Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalama için %95 Güven Aralıkları		Minimum	Maximum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Thys.	5	1018,600	52,43377	23,44909	953,4949	1083,705	950,00	1095,00
Brcrk.	7	1095,857	33,17343	12,53838	1065,176	1126,537	1062,00	1163,00
Ergl.	8	1115,250	35,43102	12,52676	1085,628	1144,871	1078,00	1189,00
Posc.	5	1022,400	42,38278	18,95416	969,7748	1075,025	968,00	1066,00
Swrk.	8	1180,625	48,14839	17,02303	1140,371	1220,878	1108,00	1234,00
Vost.	6	1206,666	25,88178	10,56619	1179,505	1233,827	1168,00	1245,00
Total	39	1114,948	77,78579	12,45569	1089,733	1140,164	950,00	1245,00

Tablo 5.7'ye göre İmalatçı firmalar için ortalama çalışma sıcaklıkları ve % 95 güven aralıklarında minimum ve maksimum tahmini çalışma sıcaklıkları tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre örneğin minimum çalışma sıcaklığı 1100 C'nin altında olan şirketlerle alışveriş kesilebilir; ve ya gerekli uyarılar yapılabilir.

Tablo 5.8: Hadde Sıcaklığına Göre Şirketler İçin ANOVA Testi Sonuçları

	Kareler Toplamı	sd	Kare Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	176773,932	5	35354,786	21,951	,000
Grup İçi	53149,965	33	1610,605		
Toplam	229923,897	38			

Tablo 5.8 'ye göre Haddemele Sıcaklıkları bakımından en az iki şirket arasında %1 önem seviyesinde anlamlı fark bulunmaktadır. Çünkü sigf. değeri 0,000 ile 0,01'in çok altında ve F değeri de 21,951 ile 2'nin çok üstündedir. Toplam serbestlik derecesi de 38 ile yeterli seviyededir.

Tablo 5.9: Hadde Sıcaklığına Göre Şirketler Arasındaki Duncan Gruplandırması

	N	1	2	3
Şirket Adı				
Thys.	5	1018,6000		
Posc.	5	1022,4000		
Brcrk.	7		1095,8571	
Ergl.	8		1115,2500	
Swrk.	8			1180,6250
Vost.	6			1206,6667

SPSS programı yardımıyla oluşturulmuş olan Tablo 5.9'daki Duncan gruplandırmasına göre Swrk. ve Vost. Firmalarını yaklaşık 1200 santigrat derece civarında çalışmakta ve anlamlı olarak diğer firmalardan farklı grupta yer almaktadırlar. Buna göre alımlarda bu iki firma önceliklendirilebilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletme yönetiminin temel amacı, işletme olanaklarından en iyi biçimde yararlanarak maliyetleri en aza indirmek ve müşterisinin sürekli tatmini için kaliteli mal ve hizmeti üretmektir. Bu amacın sağlanabilmesi, ancak kalite politika ve uygulamalarının doğru ve tutarlı uygulanması ile mümkün olacaktır.

Kalite; kaynakların verimli kullanımını sağlayan, ürün ve hizmetlere kullanım uygunluğunu kazandıran, müşteri gereksinimlerine uygun üretim ve hizmet anlayışını egemen kılan ve böylece işletmelerin kamusal sorumluluklarını da olumlu olarak gerçekleştirmelerine olanak sağlayan bir performans boyutudur. Kalite bu anlayış çerçevesinde gerçekleştirildiğinde, işletme performansına elbette büyük katkı sağlayacaktır. Bu katkıların ölçülmesi ve bu alanda sağlanan gelişmelerin bilinmesi gerekmektedir. Artık kaliteyi işletme performansının bir boyutu olarak değerlendirmek zorunluluk haline gelmiştir.

Kalite yönetimi uygulamaları gerek iç ve gerekse dış pazarlarda rekabet gücünün artırılmasında bir işletme faaliyeti olarak ve aynı zamanda kısa dönemde bazı işletme sorunlarına çözüm getirmekle birlikte, uzun dönemde işletmelerin varlıklarını ve gelişimlerini sürekli kılmak açısından büyük önem taşımaktadır.

Kalite yönetimi uygulamaları bir işletmede çalışanlar tarafından zorunluluk olduğu için uygulandığında ancak kısa bir süre için fayda sağlayacaktır. Bu nedenle kalite anlayışı kısa dönem için kiralanmak yerine sahiplenilmelidir. "İnsanlar kiraladıkları arabayı yıkamazlar."

Kalitenin yükseltilmesinde ve devamlılığında problemlerin belirlenebilmesi başlıca hedeftir. Bunun için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Hangi teknik kullanılırsa kullanılsın, istatistiğin kullanılmadığı ölçümler başarısız olacaktır. İstatistik günümüzde ölçmek ve analiz yapmak için başlıca araç olmuştur.

Çeşitli zorluklar ve maliyetler altında elde edilmiş olan çok sayıda veri uygun ve etkili analizler yapılamadığı için heba olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Toplanmış olan verilerden doğrudan analiz yapmak büyük olasılıkla en iyi sonucu vermeyecektir. Pareto analizi uygulamasındaki örnek bu durumu kısaca özetlemektedir. Bir başka ifadeyle toplanmış veriler yapılacak analize göre işlenmelidir.

Ayrıca hangi veriler arasında güçlü ilişki olduğunu tespit etmek, sonraki uygulamalarda pratik

bilgi açısından etkili çözümler elde edilmektedir. Regresyon ve Varyans analizleri uygulamalarındaki “haddeleme sıcaklığı”nın faktör olarak seçilmesi pratik ve etkili bir çözüm sunması açısından uygun bir tespit olmuştur.

Benim yaptığım çalışmada ise firmaya ait verileri pareto diyagramı kullanarak değerlendirdiğimde karşılaşılan sorunların % 56 gibi büyük bölümünün “rulo kaynaklı damarlardan ve aşırı portakallanma, pot oluşumundan” kaynaklandığını tespit ettim. Firma yetkilileri tarafından yapılacak yeniden değerlendirmede bu iki büyük soruna çözüm bulunduğu takdirde firmanın verimliliğinin artacağını ve sorunla karşılaşma olasılıklarının azalacağını değerlendiriyorum.

Regresyon analizinde ise haddeleme sıcaklığının; uzamaya olan etkisinin kalınlığa olan etkisinden oldukça fazla olduğunu tespit ettim. Haddeleme sıcaklığı arttıkça uzama oranının da oldukça arttığı buna nazaran kalınlığa fazla bir etkisi olmadığı dağılım diyagramları ile gösterilmiştir. Firmanın uzama oranından doğacak sorunların sayısını azaltmak amacıyla haddeleme sıcaklığı değerlerini kontrol altında tutması değerlendirilmektedir.

Yaptığım varyans analizinde ise imalatçı firmaların çalışma sıcaklıkları gruplandırılmıştır. Grupların % 95 güven aralıklarında minimum ve maksimum çalışma sıcaklıkları tespit edilmiştir. Bu tespite dayanarak 1100 C'nin altında çalışma sıcaklığına sahip ürün üreten firmalar ile alım yeniden değerlendirilebilir.

Sonuç olarak toplanan verileri un, şeker ve yağa benzetecek olursak, istatistik kullanılarak elde edilmiş sonuçlar bu veriler yardımıyla yapılan pasta olarak görülebilir. Eğer istatistik kullanılmazsa un, şeker ve yağ çok lezzetsiz yenmeyen bir yemek olarak karşımıza çıkarken, bunların kullanımıyla yapılan pasta, tarife (uygulanan yöntem) ve aşçıya (uygulayan kişiye) göre farklı tatlarda olacaktır.

KAYNAKLAR

Aktan, C. C., 2000. Yönetimde Rönesans ve Kalite Devrimi, <http://www.canaktan.org>

Aktan, C.C., 2002. Yeni Yönetim Tekniklerinin Kamu Sektöründe Uygulanması. <http://www.canaktan.org>

Aliefendioğlu D. Ve Arkadaşları, 2005. Demir eksikliği anemisinde serebral arter hemodinamikleri etkilenir mi? www.millipediatry.org.tr/bildiriler/PP-301.htm

Argun, T., 1997. " Toplam Kalite Yönetimi", Executive Excellence Dergisi, Rota Yayınları, İstanbul.

Arvas, P., 2004. Kalitenin Tanımı ve Tarihi, <http://www.metaldunyasi.com/tr/dergi.asp?id=556&dergi=buay>

Aslan M., 2001. C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 4, Sayı 2.

Borçelik, 2007. Borçelik Ürün Kataloğu, <http://www.borcelik.com/turkce/urunlerimiz/hdg.aspx>

Demir Hulusi ve Gümüšoğlu Şevkinaz, 1998. Üretim/İşlemler Yönetimi, İstanbul: Beta Yayınları.

Doğan, Ü., 1991. Kalite Yönetimi ve Kontrolü, İzmir.

Doğangil, Ö.İ., 2000. Kalite Uygulamalarının İşletmelerin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi, <http://www.sbe.deu.edu.tr/Yayinlar/dergi/dergi04/dogangil.htm>

Erdem, 2007. Varyans Analizi, <http://www.mis.boun.edu.tr/erdem/ibs515/ANOVA.doc>

Garvin, D.A., 1988 . Managing Quality, The Free Press, New York.

Gedik, P., 2007. Kalite Maliyetleri ve Kalite Maliyet Sistemi, <http://sosyalbilimler.cu.edu.tr/tezler/download/1057.pdf>

- Gümüşoğlu, Ő., 1996. İstatistiksel Kalite Kontrolü, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ő., İstanbul.
- http://www.geocities.com/alti_sigma/kontrol.htm, 2007.
- Ishikawa,K., 1995. Toplam Kalite Kontrol, KalDer Yayınları, No:7,İstanbul.
- Karaca, N., 2004. En Küçük Kareler Yöntemi, <http://analiz.ibsyazilim.com/egitim/kk.html>
- Karaca, N., 2004. Korelasyon Analizi, <http://analiz.ibsyazilim.com/egitim/koran.html>
- Kavrakoğlu, İ., 1993. Toplam Kalite Yönetimi, KalDer Yayınları. No:1.
- Kobu, B.,1987. Endüstriyel Kalite Kontrolü, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3425, İkinci Baskı.
- Köse, S.K., 2005. Korelasyon ve Regresyon Analizi, http://www.toraks.org.tr/mse-ppt-pdf/Kenan_KOSE3.pdf
- Menteşoğlu, M., 2004. Programlamaya Giriş ve Algoritmalar, <http://www.byte.com.tr/makaleler/default.asp>
- Merih, K., Çapraz, İ. 2005. İstatistiksel Yöntemlerin Kalite Kontroldeki Yeri ve Önemi, <http://www.eylem.com/tqm/wtqm07.htm>
- MS Office, 2007. İstatistiksel Çözümleme Araçları Hakkında, <http://office.microsoft.com/tr-tr/>
- Nursoy, Mustafa ve Şimşek, Muhittin, 2001. Toplam Kalite Yönetiminde Performans Değerlendirme, Ekonomik Ve Teknik Dergi, Sayı 473.
- Peşkircioğlu,N.,1997. Kalite Yönetiminde ISO 9000 Uygulamaları, MPM Yayınları, No:620, Ankara.
- Sarioğlu, O., 2007. Korelasyon ve Regresyon Hakkında Bilgiler, <http://www.istatistikselanaliz.net/>
- Sözer, A.N. ve Arkadaşları, 2002. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde Lisansüstü Eğitim Kalitesinin Arttırılmasına Yönelik Bir Alan Araştırması, DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt:4, Sayı:2
- Talebi, A., 2003. Kalite Maliyetleri, http://www.yalinenstitu.org.tr/kalite_maliyetleri.html
- Toplam Kalite Yönetimi Araştırma Komitesi, 1994. Toplam Kalite Yönetiminde Türkiye

Perspektifi, İstanbul.

Uğur, Z., 2000. Kalite Geliştirmek İçin İstatistik Yöntemler, <http://science.ankara.edu.tr>

Ulaş, S.S., 2007. Üretim ve Kalite,

<http://www.patentofisim.com/index.php?Page=KoseYazisi&YaziNo=49&YazarNo=37>

www.kageme.itu.edu.tr, 2006.

Yalçın, N., 2003. Kalite ve Rekabet Gücü,

http://www.ufukotesi.com/yazigoster.asp?yazi_no=20061282

Yücel, M., 2007. TKY Açısından İstatistiksel Süreç Kontrol Tekniklerinin Önemi,

<http://eisemp8.inonu.edu.tr/bildiri-pdf/yucel.pdf>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 13.02.1982
Doğum yeri KONYA
Lise 1996-2000 Işıklar Askeri Lisesi / BURSA
Lisans 2000-2004 Kara Harp Okulu

Çalıştığı kurumlar

2004-2005 Zırhlı Birlikler Okulu-ANKARA
2005-..... 8'inci Mknz.P.Tug. K.lığı TEKİRDAĞ