

27209

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETMELERDE KULLANILAN

İSTATİSTİK TEKNİKLERİ

ve

TÜRKİYE UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hale BÜTÜN

Tez Danışmanı : Prof.Dr.Toker DERELİ

Ana Bilim Dalı : İşletme Yönetimi

Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Eylül, 1993

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
1.GİRİŞ	1
2.TANIMLAR.....	2
2.1 Notasyonlar.....	5
3. İŞLETME YÖNETİMİNDE İSTATİSTİK TEKNİKLERİN ROLÜ	6
4. İŞLETMELERDE KULLANILAN İSTATİSTİK TEKNİKLER	11
4.1 Normal Dağılım.....	11
4.1.1 Standart Normal Eğri Altındaki Alanların Hesabı.....	12
4.2 Frekans Histogramı.....	17
4.3 Serpilme Diyagramları	21
4.4 Regresyon ve Korelasyon Analizi	21
4.4.1 Regresyon.....	22
4.4.2 Regresyon Denklemleri	24
4.4.3 Basit Regresyon	25
4.4.4 Eğrisel Regresyon	30
4.4.5 Regresyon Denklemi Yardımı İle Tahmin Yapma.....	31
4.4.5.1 Teorik Değerlerin Hesabı	31
4.4.5.2 Nokta Tahmini	32
4.4.5.3 Aralık Tahmini.....	32
4.4.6 Korelasyon	34
4.4.6.1 Korelasyon Katsayısı	35
4.5 İstatistik Hipotezleri	37
4.5.1 Yanlış Bir Kararın Riskleri	37

4.5.2 Testin Anlamlılık (Önemlilik) Düzeyi	38
4.5.3 Tek ve Çift Taraflı Testler	40
4.5.4 Tek ve Çift Taraflı Testler	41
4.6 Varyans Analizi	43
4.6.1 Varyans Tahmini	45
4.7 Ki - Kare Dağılımı	49
4.7.1 Ki - Kare İle İlgili Güven Sınırları	50
4.7.2 Kontenjans Tablosu	50
4.7.3 Ki - Kare Testinin Uygulanması İçin Gereken Koşullar ..	51
4.7.4 Konu İle İlgili Örnekler	52
4.8 Pareto Analizi	52
4.8.1 Pareto Diyagramının Hazırlanması	53
4.8.2 Pareto Diyagramlarından Yararlanma	53
4.9 Sebep - Sonuç (Balık Kılçığı) Diyagramları	55
4.10 İstatistiksel Kalite Kontrolü	57
4.10.1 Kontrol Diyagramları	57
4.10.2 Kontrol Diyagramlarının Oluşturulması	60
4.11 Örnekleme	62
4.11.1 Örnekleme Teknikleri	63
4.11.1.1 Basit Tesadüfî Örnekleme	63
4.11.1.2 Zümrelere Göre Örnekleme	64
4.11.1.3 Kademeli Örnekleme	65
4.11.1.4 Sistematiik Örnekleme	66
4.11.1.5 Diğer Örnekleme Türleri	66

4.12 Delphi Tekniği	66
4.13 Karar Teorisi	67
4.13.1 Karar Teorisine Giriş	67
4.13.2 Belirlilik Halinde Karar verme	67
4.13.2.1 Beklenen Değer ve Durumsal Değer	68
4.13.3 Risk altında Karar Verme	69
4.13.4 Belirsizlik Altında Karar Verme	70
4.13.4.1 Laplace Kriteri	71
4.13.4.2 Kötümserlik Kriteri: Maksimin	72
4.13.4.3 İyimserlik Kriteri: Maksimaks	72
4.13.4.4 Pişmanlık Kriteri	73
4.14 Karar Ağaçları	74
5. İSTATİSTİK TEKNİKLERİ UYGULARKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR	77
5.1 Hatalar	77
6.İşLETMELERDE BAşARILI UYGULAMA şARTLARI	79
7. KORDSA UYGULAMASI	81
7.1 Kordsa Hakkında Genel Bilgi	
7.1.1 Kord Bezi Kavramı	81
7.1.2 Kord Bezinin Üretim Aşamaları ve Nedenleri	81
7.1.2.1 Büküm	82
7.1.2.2 Dokuma	82
7.1.2.3 Terbiye	82
7.2 Endüstriyel Bezler Kavramı ve Aranılan Özellikler	83
7.3 Hammaddeler	84

7.4 Ham İpliklerde Kontrol Edilen Özellikler	84
7.5 Kordsa ' da Kalite Güvenliği Sistemi	84
7.5.1 Kordsa ' da Kalite Sisteminin Gelişimi	85
Motivleri 7.5.2 Kordsa ' nın Kalite Güvenliğine Geçmesinin Ana	85
7.5.3 Kalite Güvenliğinde Varılan Nokta	86
7.5.4 İstatistiksel Proses Kontrol Sistemi	86
7.5.5 İstatistiksel Proses Kontrol Sisteminin Amacı	87
7.5.6 İstatistiksel Proses Kontrol Sisteminde Sorumluluklar ...	88
7.5.7 İstatistiksel Proses Kontrolü İle İlgili Önemli Konular ...	88
7.5.8 İstatistiksel Proses Kontrolünün Çevremizde ve Dünyadaki	89
Uygulamaları 7.5.9 İstatistiksel Proses Kontrol Yaklaşım Tarzı	89
7.5.10 İstatistiksel Proses Kontrolünün Firmaya Sağladığı	90
Yararlar 7.5.11 İstatistiksel Proses Kontrolü Yaklaşımı	91
7.5.12 Önemli Karakteristiğin Seçimi	91
7.5.13 Ölçüm Varyasyonunun Tesbiti	92
7.5.14 Proses Yetenek Analizi Çalışması	93
7.5.15 Proses Performans Çalışması	94
7.6 Hammadde Kabul Örnekleme Sistemi	94
7.6.1 Hammadde Örneklemesinin Önemi	94
7.6.2 Kordsa ' da Hammadde Örneklemede Mevcut Durum ...	95
7.6.2.1 Yeni Hammadde	95
7.6.2.2 Sınırlı Kabullü Hammaddede Örnekleme	95

7.6.2.3 Tam Kabullü Hammaddede Örneklemeye	95
7.6.3 İstatistiksel Kabul Örneklemeye Sisteminde Temel	
Unsurlar	96
7.6.4 Kordsa ' da Uygulanabilecek Alternatif Örneklemeye	
Yöntemleri	96
7.6.4.1 American Standart and Test Methods 'a Göre	
Örneklemeye	96
7.6.4.2 Tekli Örneklemeye	96
7.6.4.3 Ham İpliklerin Gözle Kontrolü	97
7.7 Limit Hesaplama Yöntemleri	98
7.7.1 Ortalama Kontrol Grafiği Limit Hesaplama Yöntemlerinin	
Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi	98
7.7.2 Büküm Ünitesinde Örneklemeye	101
7.8 Kontrol Grafiği	103
7.8.1 Dokuma ve Terbiye Ünitesi Kontrol Grafikleri	107
7.9 Kalite Uyarı Formu	111
7.10 İşlem Yeterliliği ve Proses Yetenek Analizi	114
7.10.1 Yetenek Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	114
7.11 Kalite Çemberleri	119
7.11.1 Kalite Çemberlerinin Temel Kuralları	119
7.11.1.1 Kalite Çemberleri	119
7.11.1.2 Kalite Çemberlerinin Amaçları	119
7.11.1.3 Kalite Çemberlerinin Yapısı	119
7.11.1.4 Kalite Çemberlerinin Kuruluşu ve Organizasyonu	119
7.11.1.5 Önemli Noktalar	120

7.11.1.6 Kalite Çemberlerinin Yararları	120
7.11.1.7 Kalite Çemberlerinin Karşılaşabileceği Sorunlar	121
7.11.2 Türkiye ' de Uygulanması	121
7.12 Beyin Fırtınası	121
7.13 Kordsa ' da Kalite Çemberleri	122
8. SONUÇ	129
KAYNAKLAR	
EKLER	



1. GİRİŞ

Teknik anlamda istatistik, olayların analizinde kullanılan metodlar topluluğu olarak bilinir. İstatistiğin uygulanma alanı çok geniştir; sosyal ve fen bilimlerinden resmi idare ve iş hayatına kadar yayılan değişik konularda çok sık başvurulmuş bir araçtır.

Bilgilerin toplanma tekniğinden, işleme, analiz ve sonuç teminine kadar gerekli imkanları istatistik sağlar. Günümüzde yapılan istatistik araştırmalarında çok sık kullanılan sondaj tekniği, çalışmalarda büyük kolaylıklar sağlar. Bu yolla yapılacak karakteristik değerlerin tahminleri genellikle tatmin edici bir yaklaşım verir.

Mevcut farklılığı arzu edildiği kadar küçültmek için gerekli tedbirleri almak mümkündür. Ayrıca elde edilen tahminler bazı testlere tabi tutulmak sureti ile kontrol altına alınabilir.

Değişik alanlarda karşılaşılan olaylar çok defa kesinlikle bilinmez; yapılan incelemeler bir **belirsizlik faktörü** içerir. Bu faktörün önemini bilerek yapılan çalışmaları yürütmek ve değerlendirmek gerekir.

Sanayi, işletme gibi iktisatın önemli faaliyet dallarında ileriye görmek, lüzumlu tedbirleri almak sorumluluk mevkiinde olanların esas görevleridir. Mevcut bilgileri toplamak, tamamlamaya çalışmak, analize tabi tutmak ve bir sonuca varmak istatistik metodlarını kullanmakla gerçekleştirilebilir. ¹

Her sahadaki iş adamları, sevk ve idareciler için istatistik, rasyonel hareket için en büyük yardımcı, adeta bir yol gösterici ve pusula durumundadır.

Mesela, sinai işletmelerde gerekli istatistikler olmadan yatırım, üretim ve satış programları hazırlanamaz. Geçmiş dönemlerde üretim, satış ve fiyatların nasıl seyrettiği, bağlı olduğu faktörler, yurt içi üretim, ithalat ya da ihracat durumu, işçi, hammadde, malzeme ve enerji, bunların hangi kaynaklardan temin edildiği gibi, hususlar hakkında istatistikler yoksa, buna benzer programları hazırlamak, beklenen gelişmelere göre kapasite durumunu ayarlamak, işletmenin değişen şartlara uymasını, normal gelişmesini sağlamak ve faaliyet sonuçlarını kontrol etmek mümkün olmaz.

Yatırımlar, kapasite, üretim ve satışlar hakkında planlar hazırlanırken, fiili durumu ve talepteki beklenen gelişmeleri dikkatle gözönünde bulundurmak, bunun için de istatistik metodu ile piyasa araştırmaları yapmak gerekir. Bugünkü rekabet piyasası sinai işletmelerin yalnız daha ucuz değil, aynı zamanda daha kaliteli ve standart mal imal etmelerini zorunlu hale getirmekte, bunun için de istatistik kalite kontrolünün uygulanışı gittikçe daha yaygın bir hale gelmektedir.

Buna göre, işletme faaliyetlerinin hem planlanmasında, hem uygulanmasında hem de kontrolünde istatistiğin önemli bir yeri vardır. ²

¹ Doç.Dr.Kenan URAL, İstatiksel Karar Alma, İstanbul, 1973, s. 1.

² Prof.Dr.Kenan GÜRTAN, İstatiksel Araştırma Metodları, İstanbul, 1992, sayfa 15.

2. TANIMLAR

Akış Diyagramı : Bir iş ya da programın gerçekleştirilmesi için izlenecek yol ve işlemlerin şematik ya da yazılı olarak adım adım gösterilmesidir.

Ana Kütle : İstatistiksel değerlendirmeye tabi tutulan herhangi bir karakteristiğin elemanlarının tümünün ait olduğu gruptur.

Aritmetik Ortalama : Herhangi bir sayısal kümeden oluşan rakamlar toplamının sayısal küme adedine bölünmesi ile elde edilen rakamdır. Ana kütle ortalamasının tahminidir.

Bobin : İşletmede makine kafeslerine yüklenen plastik ya da karton patronlara, ipliklerin sarılmış şeklidir (Ağırlıkları 4 ila 12kg arasındadır).

Çalışma Çemberi : Ekip şeklinde çalışarak ve periyodik toplantılar yaparak, işletme ile ilgili problemlerin kaynaklarını ve sebeplerini rapor eden gönüllü, çalışan gruplardır.

Çözgü : Bez boyundaki iplikler.

Çözgü birleştirme : Birkaç leventin dokuma leventine çevrildiği üretim safhasıdır.

Değişim aralığı : Bir sayılar kümesindeki en küçük ve en büyük değerler arasındaki farktır.

Dokuma : İpliklerin bez haline getirilmesi

Dtex : 10.000 m. ipliğin gram cinsinden ağırlığı

Easl : Yük/% uzama grafiğinde belirlenmiş bir yükte karşılık gelen % uzama değeri

Hedef : Üretici ve tüketici için optimal sonucu veren spek limitleri içerisinde bir değerdir.

İstatistik : Örneklem yöntemi ile ölçülebilir değerlerin derlenip, düzenlenip, analiz edilme işlemidir.

İstatistiksel Kalite Kontrol (İ.K.K.) : Bir prosesin olağan biçimde devam edip etmediğinin istatistiksel yöntemlerle kontrol edilmesi, olağan dışı bir durum varsa bunun fark edilmesi ve oluş sebeplerinin belirlenerek ortadan kaldırılmasıdır. Diğer bir deyişle veri ve rakamlarla proses ve ürün karakteristiklerinin incelenmesi, ürün ve prosesin istenen şekilde oluşunun ve davranışının yönlendirilmesidir.

İstatistiksel Örneklem : Ana kütleliyi oluşturan birimlerin tamamının incelenmesi yerine, ana kütlelerin bir bölümünden seçilen birimlerin istatistiki yöntemlerle incelenerek ana kütle parametrelerinin tahmin edilmesidir.

İşletme Speği : Makine ayarlarına yönelik işletim kurallarıdır.

Kalite : Bir ürün ya da hizmetin belirlenen ya da olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır.

Kalite Güvenliği : Ürün ya da hizmetin, kalite için belirlenen isteklerini karşılamak amacıyla, yeterli güveni sağlaması için gereken planlı ve sistematik faaliyetlerin bütünüdür.

Kalite Güvenliği Sistemi : Tüm ilgililenlere (üst yönetim, müşteri ve resmi otoriteler), kalite fonksiyonunun tüm kısımlarda yeterli, etkin bir şekilde yürütüldüğüne, yerine getirildiğine dair bilgileri sağlayan, veren kanıtlama faaliyetleridir.

Kalite Kontrol : Kalite isteklerini sağlamak için kullanılan uygulama teknikleri ve faaliyetleridir.

Kalite Uyarı Formu (K.U.F) : Ürün, proses ve uygulama tanımlarında rakamlarla belirtilmesi mümkün olmayan, üretilen ürün ya da proses açısından kalite sorunu yaratma endişesi duyulan, ancak üretimin o an için durdurulması açısından yeterli neden oluşturmayan durumlarda, işletmedeki ilk amir ya da sorumlu " kalite uyarı formu " ile uyarılır.

Kapasite İndeksi (Proses Yetenek Analizi) : Beklenen özelliklerin limitlere uygunluğunu tespit etmek ve karşılaştırmalı inceleme yapmakta kullanılır.

Kırmızı Hold : Ana müşteri talebelerini karşılamayan, ana müşteri tarafından kullanıldığında sorun yaratan, üretim amaçları doğrultusunda teknik okey almamış ürünleri kapsar.

Kisalma : Kord ya da bezin belirlenen sıcaklıkta ve sürede çekme oranı (%)

Kontrol Aralığı : Proses çalışma parametrelerinin değerlendirilmesi ile oluşturulan limitler arasındaki farktır. Proseste varyansların takibi için kullanılır.

Kopça : Büküm makinesinde kullanılan, ipliğin bobine sarılmasını temin eden parçadır.

Kopma Mukavemeti : İplik ya da bez numunesinin dinamometre çekme testinde kopmaya başladığı andaki en yüksek yük değeri (kg)

Kopmada Uzama : İplik ya da bez numunesinin yük / % uzama grafiğinde; kopma mukavemetine karşılık gelen noktadaki yüzde uzama değeri (en yüksek uzama değeri)

Kordsa Lot No : Kordsa'ya gelen ham iplik ve kimyasal madde partilerine geliş sırasına göre verilen numaradır. Dört hanelidir. 9999'dan sonra sıfırlanır.

Lase : Yük / % uzama grafiğinde belirlenmiş bir % uzama değerine karşılık gelen yük (%).

Levent : Üzerinde iplik sarılı olarak, fabrikaya gelen metal makaradır.(Yaklaşık iplikli ağırlığı 500kg).

Limit : Herhangi bir özelliğin alabileceği en düşük ve en yüksek değerleri belirleyen rakamlardır. Limitler, ağırlık, uzunluk, % gibi birimlerle gösterilebilir.

Lot : Üretimin belli bir miktarıdır.

Lot Etiketi : Lot içerisindeki bütün kutulara yapıştırılan lot ile ilgili bilgileri içeren etikettir.

Münferit Numune Değeri : Herhangi bir ana kütleden alınan örnek üzerinde yapılan test neticelerinin her biridir.

Numune : Bir malın özelliklerinin incelenmesi ya da hüviyetinin tesbiti için özelliklerinin tümünü taşıyan asgari miktardaki örnektir.

Örnek : Bir ana kütleyi oluşturan belli özelliklere sahip birimlerin herbiridir.

Örnek Grubu : Herhangi bir ana kütleyi oluşturan belirli özelliklere sahip birimlerin meydana getirdiği alt kümelerdir.

Proses : Bir sonuç için birlikte çalışan koşullar ya da sebepler grubudur.

Rulo : Göbeğe sarılı bez.

Standart sapma : Ölçümle elde edilen münferit değerlerin ortalama etrafındaki dağılımıdır. Matematiksel işlemlere elverişli olduğundan, frekans dağılımlarının incelenmesinde, aritmetik ortalama ile beraber en fazla kullanılan istatistik ölçüsüdür. Özellikle normal eğride olasılıkların bulunmasında, örnekleme, regresyon ve korelasyon hesaplarında, standart sapma temel ölçüdür.

Telef : İşletmenin herhangi bir aşamasında iplik, bez, banyo gibi ürünlerden verilen kullanım dışı mallar.

Terbiye : Kord bezi ve endüstriyel bezler nihai üretiminin yapıldığı yer (kimyasal işlemler, fırınlama, germe ünitesi).

Tolerans : Alt ve üst limitler arasındaki farktır. Tanıma yönelik özelliklerin limit aralıkları içerisinde alabileceği değerleri belirtir.

Varyans : Standart sapmanın karesidir. S^2 ile gösterilir. Ana kütle varyansı σ^2 ile gösterilir.

Yeterlilik Göstergesi (C_p) : Fiili değerlerin toleransa göre dağılımını (basıklık, homojenlik, sivrilik) ölçer. Hedef $C_p > 1.0$

2.1 NOTASYONLAR

μ	: Ana kütle ya da proses ortalaması
X_i	: Münferit numune değeri
$\bar{X}$	: Örnek aritmetik ortalaması
$\bar{\bar{X}}$	: Örnek aritmetik ortalamalarının ortalaması ya da örnek grubu ortalaması
S	: Örnek standart sapması
$\bar{S}$	: Örnek standart sapmalarının ortalaması
$\sigma_{\bar{x}}$	: Örnek ortalamalarının standart sapması
σ	: Ana kütle ya da proses standart sapması
R_i	: Örnek değişim aralığı
$\bar{R}$	: Örnek değişim aralıklarının ortalaması
Ü.K.L.	: Üst Kontrol Limiti
A.K.L.	: Alt Kontrol Limiti
İ.K.K.	: İstatistiksel Kalite Kontrol
O.Ç.	: Orta Çizgi

3. İŞLETME YÖNETİMİNDE İSTATİSTİK TEKNİKLERİN ROLÜ

İstatistik biliminin gelişme süreci içinde en önemli özelliğinin, karar alma işlemlerindeki büyük yararı olduğu görüldü. Öyle ki bazı yazarlar istatistiği *belirsizlik altında iyi karar almak için kullanılan yöntemler topluluğu* şeklinde tanımlarlar.

İstatistiğin bu özelliği kabul edilince, söz konusu tekniklerden tıp, ekonomi, astronomi, psikoloji ve işletmecilik gibi birçok bilim dalında yoğun bir şekilde yararlanılmaya başlandı.

Zamanımızda istatistik çeşitli bilim dallarının ortak tekniği haline gelmiştir. Artık içinde istatistik yöntemlere yer verilmeyen herhangi bir araştırmanın varlığı, en azından geçerliliği, kolayca düşünülemez.

İstatistiğin en başarılı bir şekilde kullanıldığı alanların belki de başında işletmecilik gelmektedir. İşletme faaliyetlerinde istatistik yöntemlerden esas olarak;

- 1) Faaliyetlerin planlanmasında
- 2) Standartların belirlenmesinde
- 3) Denetim işlemlerinde, yararlanır.

Dikkat edilirse her üç alanda da karar verme işlemleri söz konusudur. Öyleyse bu alanlarda istatistik yöntemlerden yararlanmayan bir yöneticinin kararlarını bilimsel tekniklere değil, iç güdülerine dayandırdığı söylenebilir.

Günümüzde ise işletmelerin büyümesi, rekabetin artması, çeşitli nedenlerle yanlış kararların maliyetinin çok yükselmesi nedeniyle, sadece iç güdüye ya da tecrübeye dayanarak karar verilmesi, modern işletmecilik anlayışı ile bağdaşmaz.

Faaliyetlerin planlanması gelecek için verilecek kararları kapsar. Bu tür kararlarla daha işletme kurulurken karşılaşılır: İşletme ne kadar mal veya hizmet satabilecektir? Yıllık kar ne olacaktır? Borçlar hangi sürede ödenebilecektir?

İşletme kurulduktan sonra da geleceğe ait tahminlerin sürekli olarak yapılması gerekir. Yıllık bütçeler, planlar, programlar hep tahminlere dayanır. Bu tahminler en güvenilir şekilde istatistik yöntemlerle yapılabilir.

Standartların belirlenmesi denildiğinde yalnız üretilen mal ya da hizmetle ilgili olanlar anlaşılmamalıdır. Bunun yanında günlük üretim miktarı, finansal oranlar, personel kalitesi gibi diğer birçok standart, önem taşımaktadır. İstatistik yöntemlerden yararlanmadan gerçekçi standartlara ulaşamaz.

Planlanan ve standartları belirlenen bir faaliyetin, beklenen sonuçları verip vermediğinin belirlenmesi ve bunun nedenlerinin ortaya konulması, denetim faaliyetlerini oluşturur. İstatistik yöntemlerden yararlanmadan aradaki farkların belirlenmesi, analizi ve kaynaklarının araştırılması düşünülemez.

Planlama, standartların belirlenmesi ve denetim çoğunlukla bir arada ele alınır. Örneğin kalite kontrol işleminde standartlar ve denetim birlikte incelenirken, bütçe kontrolü planlama ve denetimi kapsar.

Dikkat edilirse yukarıda sayılan üç grup aslında bir işletmenin hemen bütün işlemlerini kapsar. Dolayısıyla modern yöntemlerle çalışan bir işletme hemen her konuda istatistik tekniklere başvuracaktır.

Örneğin bir akümülatör fabrikası düşünelim. Gelecek yılki üretim planını yapmak, buna göre hammadde ve malzeme satın almak için gelecek yıl kaç tane akümülatörün satılacağını tahmin edilmesi gerekir.

Modern yöntemlerden haberi olmayan ve kapalı bir çevre içinde yaşayan yöneticiler geçen yılki satışlara içlerinden gelen bir yüzde ekleyerek ya da satış elemanlarına tahminlerini sorarak bu sayıyı belirliyeceklerini ileri sürerler.

Gerçekten bazen tecrübeye dayanan bu tahminlerle doğru sonuca ulaşılabilir. Ancak çoğu kere hatalı sonuçlara da ulaşılır. Ve yapılan hatanın maliyeti yüksektir. Üstelik böyle tahminlerin hangi ihtimalle başarılı, hangi ihtimalle başarısız olacağı da bilinmez, zira herhangi bir bilimsel teknik uygulanmamıştır. İstatistik tekniklerle yapılan tahminlerde ise yanılma payı belirlenebilir.

Faaliyetini planlayan yönetici ikinci safhada üretilecek akümülatörlerin dayanma süreleri için standartlar koymak zorundadır. Örneğin sattığı akümülatörlere bir yıl garanti veryorsa, satılan akümülatörlerden en çok %1'inin standartlara uymaması için, bunların ortalama dayanma süreleri ne kadar olmalıdır? Yönetici bu soruya da istatistik teknikleri kullanmadan cevap veremez.

Rastgele alınacak bir kararla ortalama dayanma süresi çok düşük tutulursa gerçi hiç iade olmayacak, ancak işletmeye aşırı maliyet yüklenecektir.

Standartların da belirlendiğini varsayalım. Örneğin akümülatörler ortalama iki yıl dayanacak şekilde üretilsin üretilen akümülatörlerin gerçekten ortalama olarak iki yıl dayandığını kesin bir şekilde belirlemenin tek yolu her birisini birer birer denemektir.

Böyle bir işlem mantığa aykırı olduğundan yönetici iki tane akümülatörü alarak dayanma sürelerini ölçer. Diyelim ki bu süreler 18 ve 20 ay çıktı. Ortalaması 19 olduğuna göre acaba belirlenen 24 ay standartına uyulmadığı söylenebilir mi?

Belki başka iki akümülatör alınsa bu ortalama 28 ay çıkacaktı. Bu sefer de akümülatörlerin standartlardan 4 ay fazla dayandığı iddia edilebilecek miydi? Dikkat edilirse dört akümülatör birlikte incelenirse ortalamaları gerçekten 24 aydır. İşte bu tür problemlerde de yönetici ancak istatistik yöntemlerden yararlanarak bir sonuca ulaşabilir.

İstatistik yöntemler, özel projelerin, işletmenin belirli kısımlarının ya da işletmenin tümünün planlanmasında, standartların belirlenmesi ve kontrolünde kullanılır. Bunun dışında sigortacılık gibi çalışmasını yalnız istatistik yöntemler üzerine kurmuş işletme dalları ve faaliyet türleri de vardır.

İşletme yönetiminde istatistik yöntemlerden başlıca yararlanma alanları şöyle özetlenebilir :

1) Proje Planlaması

İşletme hayatında bazen bir kere, bazen belirsiz aralıklarla alınan kararlar vardır. Piyasaya yeni bir mal çıkartılması, yeni bir fabrikanın kurulması, reklam türünün değiştirilmesi, yeni bir pazara giriş, sermaye arttırımı bu cins kararlardandır. Böyle kararlar için çeşitli faktörlerin incelenmesi ve proje üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, ancak istatistik yöntemler yardımıyla güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilir.

2) Bütçe ve Plan Denetimi

Yıllık satış, üretim, yenileme, gelişme programları ile gelir ve gider tahminlerini içeren bütçenin planlanması periyodik şekilde kontrolü ve plandan sapma nedenlerinin bulunması çeşitli istatistik yöntemlerin kullanılmasını gerektirir.

3) Stok Plan ve Kontrolü

Üretim satış ve stok koordinasyonunun sağlanması, stokların imkanlar ölçüsünde en düşük düzeyde tutularak bağlı sermaye miktarının azaltılması ve stok miktarının optimal bir şekilde çeşitlendirilmesi, stok yönetimindeki başlıca problemlerdir. Bu problemlerin en doğru bir şekilde çözülebilmesi için geliştirilmiş çeşitli istatistik teknikler vardır.

4) Kalite Kontrolü

Kalite kontrolü, sanayide üretim standartlarının belirlenmesi, üretimin standartlara uygun bir şekilde gerçekleştirilmesinin sağlanması ya da satın alınan mal, malzeme ya da hammaddelerin kabul edilebilir kalitede olduğunun garanti edilmesi amacı ile yapılır. İmalat sanayinin önem kazanması ve işletmelerin büyümeleri ile birlikte istatistik kalite kontrolü tekniklerinin kullanılması da yaygınlaşmıştır.

5) Pazarlama Yönetimi ve Pazarlama araştırmaları

İstatistik yöntemler pazarlama fonksiyonu içinde satış ve pazarlama yöntemleri analizi, satış bütçesi hazırlanması, tüketici tercihlerinin ve yeni çıkartılacak bir mal için pazar potansiyelinin belirlenmesi, fiyatlandırma ve yeni pazarlama bölgelerine açılma kararlarının alınması, reklam, medya ve mesajlarının seçimi, farklı satış ve reklam yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenmesi gibi çok geniş bir alanda kullanılır.

6) Üretim Yönetimi

Kısmen kalite kontrolünü da kapsayan üretim yönetiminde yeni mal ya da üretim yöntemlerinin testleri, zaman etüdleri ile üretim teçhizatı yenileme planları, çeşitli istatistik yöntemlere gerek gösterir.

7) Finans Yönetimi

İşletmenin finansal durumunun belirlenmesi, gelecek için yapılacak tahminler, değişik finanslama yöntemlerinin ileride doğurabileceği sonuçlar, günümüzde basit muhasebe teknikleriyle çözümlenemeyecek kadar önem kazanmıştır. Bu nedenle son yıllarda ortaya çıkan hemen bütün finansal araştırmalarda istatistik tekniklerden yaygın bir şekilde yararlanıldığı görülmektedir. Bu bakımdan istatistiğin finansal problemlerinde en önemli uygulama alanlarından birini bulduğu rahatlıkla iddia edilebilir.

8) Muhasebe

İşletmelerde muhasebe kayıtlarının amaçlarından biri, ortaklara, bankalara ve maliyeye rapor vermek; diğeri ise, işletme yönetimine alacakları kararlarda yardımcı olmaktır. İstatistikten bu ikinci amaçta yararlanır.

Denetim işleri, istatistik teknikler yardımıyla daha sık ve etkin bir şekilde yapılabilir. Alacakların değerlemesi, gerçek aşınma ve eskime paylarının hesaplanması, fiyat değişmelerine göre gerekli ayarlamaların yapılması, üretim-maliyet ilişkisinin belirlenmesi, istatistik yöntemlere ihtiyaç gösterir.

9) Personel Yönetimi

Personel yönetiminde, istatistikten en fazla personel testlerinde yararlanır. Diğer taraftan toplu iş sözleşmelerinde, ücret hadlerinin tüketici fiyatları indekslerine uydurulması ve produktivite ile ilişkilerinin belirlenmesi, iş değerlemesi, söz konusu tekniklerin uygulanmasına gerek duyulmasına yol açar.

10) Yatırım Yönetimi

Eldeki fonların hisse senedi ve tahvil gibi yatırım alanları arasında optimal bir şekilde bölünmesinde, bu bölümlerin kendi içlerinde yine optimal bir şekilde çeşitlendirilmesinde, konjoktür tahminleri yapılarak en uygun zamanlarda bir yatırım alanından diğerine kayılmasında istatistik yöntemler başarıyla kullanılabilir.

Görüldüğü gibi istatistik yöntemler işletme yönetiminde, gerek işletmenin belirli bölümünü, gerekse bütününü kapsayan kararlarda, başarı ile kullanılırlar. Başka bir deyişle, bu yöntemler her kademedeki yönetici ve araştırmacı için en rasyonel davranış biçimini gösteren pusula durumundadır.

Günümüzde işletmelerin bünyesi, rekabetin artması, dış pazarlara açılma zorunluluğunun ortaya çıkması gibi nedenler, işletme yönetiminin vereceği hatalı kararların maliyetini altından kalkılması güç boyutlara ulaştırmıştır.

Her ne kadar bazı aile işletmesi yöneticileri, hala kendi iç güdülerıyla karar vermeyi tercih etmekte iseler de, ülkemiz işletmeleri son yıllarda yukarıdaki gerçekle karşılaşmış durumdadırlar.

Her ne kadar bazı aile işletmesi yöneticileri, hala kendi iç güdülerıyla karar vermeyi tercih etmekte iseler de, ülkemiz işletmeleri son yıllarda yukarıdaki gerçekle karşılaşmış durumdadırlar.

Özellikle işletme kararlarındaki belirsizlik problemlerinin ancak istatistik araştırmalar yardımıyla çözülebileceği göz önünde tutulursa, istatistiğin önemi daha belirgin bir şekilde ortaya çıkacaktır.

Bu nedenle yönetim kararlarına yardımcı olacak istatistik araştırmalar büyük önem kazanmışlardır. Böyle bir araştırma için başlangıçta harcanacak para, kısa dönemde kendisini fazlasıyla çıkaracaktır.

Bu açıdan araştırma harcamalarına karşı duyulan çekingenlik günümüzde bir süre öncesine kadar reklam harcamalarına karşı olan tutumu hatırlatmaktadır.³



³ Doç.Dr.Orhan İDİL, İşletmeciler için Genel İstatistik, İstanbul, 1983, s. 1.

4. İŞLETMELERDE KULLANILAN İSTATİSTİK TEKNİKLER

Bu çalışmada anlatılan istatistik teknikler, işletmelerde kullanıldığı şekli ile ele alınmıştır. Bu nedenle, fazla ayrıntıya girilmemiştir.

4.1 Normal Dağılım

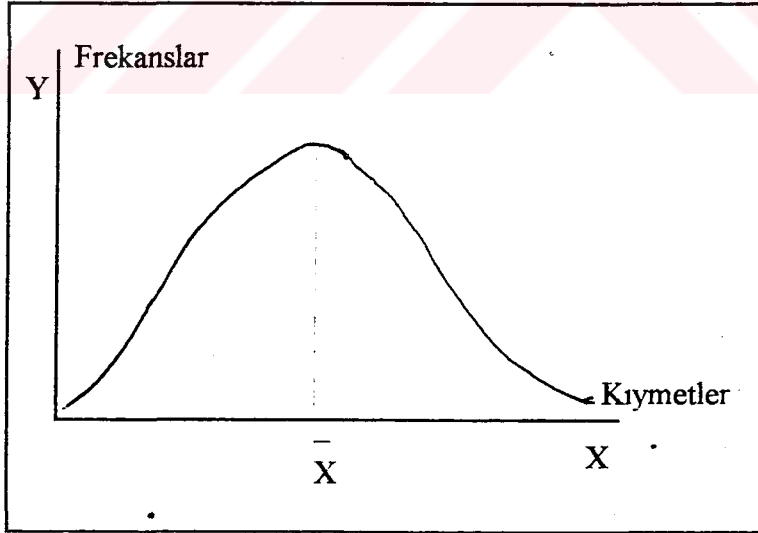
Aritmetik ortalama civarında " + " ve " - " yönlerde, standart sapmaya bağlı bir katsayı ile ilişkili olarak azalan yoğunlukta dağılan elemanların aldığı değerlere normal dağılım denir. ⁴

Normal dağılım, istatistik teorisi ve uygulamasında son derece önemli bir yere sahip olan sürekli bir dağılımdır. Özellikle örnekleme ve tahmin işlemlerinde normal dağılımdan büyük ölçüde yararlanılır.

Ayrıca çeşitli problemlerde, bilhassa parametrik analiz tekniklerinin uygulanmasında, incelenen değişkenlerin normal dağılıma uyduğu varsayımından hareket edilir. ⁵

Normal dağılım eğrisi bir çan şeklini andırmakta, absiste ortalamaya karşılık gelen çıkılacak ordinata nazaran iki tarafı tam bir simetri arz etmektedir. Buna göre, normal dağılım asimetrik bölünmelerden ayrıldığı gibi, maksimum nisbi frekansa karşılık gelen yüksekliğinin dağılmasına nazaran belli olması sebebi ile diğer simetrik bölünmelerden de farklıdır.

Ayrıca normal eğrinin iki ucundaki kuyrukların X eksenine asimptotik olarak yaklaştığı ve ancak sonsuzda değiştiğine de dikkat edilmelidir.



Şekil 4.1.1- Normal Dağılım Eğrisi

Normal eğri süreklilik arzeden olaylar serisine uygundur. Her ne kadar sosyal ve ekonomik alanda böyle olaylara pek rastlanmazsa da, bu durum, normal eğri kavramına ve istatistik analizdeki çalışmalarda çeşitli bakımlardan önemlidir. Bu önem

⁴ Kordsa Eğitim Notları, 1989, sayfa 8

⁵ Doç. Dr. Orhan İDİL, a.g.e., s.162.

başlıca şu noktalarda özetlenebilir.

Önce, normal eğri tatbikatta karşılaşılan benzer bölünmelerin karşılaştırılabileceği bir ölçü (esas) teşkil eder. Örneğin, tek maksimumlu bir serinin asimetrisi yada yüksekliği (basıklığı) normale nazaran değerlendirilir. Normalden ne kadar uzaklaştığı araştırılır.

İkinci olarak, normal eğri zeka testi neticeleri, olgun yaştaki erkeklerin boy uzunlukları ve aynı cinsten ağaç gövdelerinin çapları gibi pek çok doğal olayın bölünüşünü yansıtmak, temsil ve tahlil etmek bakımından önemlidir.

Üçüncü olarak, normal eğrinin dayandığı mantıki ve matematik esaslar, onun teorik bir model olarak kullanılmasını da mümkün kılar.

Son olarak normal eğri, ileri istatistik çalışmalar ve bilhassa sondaj tekniği için bir dayanak rolünü oynar. Bir anakütleden alınması mümkün çok sayıda tesadüfi örneğe ait değerler (mesela örnek ortalamaları) belli şartlar altında normal bölündüğünden, sondaj tekniği ile bir sonuca varabilmek için normal eğri özelliklerine dayanmak ve bunlardan faydalanmak zorunlu hale gelir. ⁶

Normal eğrinin altında kalan ve kısaca normal eğri alanı denilen kısım frekans toplamına eşittir ve ihtimal teorisinde bu alan (1) olarak kabul edilmektedir.

Normal dağılımda aritmetik ortalamadan belirli uzaklıklara gidildiğinde eğri altında kalan alan belirli değerler alır.

Aritmetik ortalama ile herhangi bir X değeri arasında kalan fark dağılımın standart sapması cinsinden ifade edilerek **normal eğri tabloları** geliştirilmiştir. Tablonun oluşturulması için önce normal dağılım gösteren X değişkeni için,

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad (1)$$

değerleri hesaplanır.

Bu şekilde meydana gelen Z dağılımı da normal dağılıma uyar ve **standart normal dağılım** adını alır. ⁷

(1) numaralı formülle ifade edilen eğrinin orijini aritmetik ortalama, ölçü birimi de $\sigma = 1$ kabul edilmiştir; bu eğri **standart normal eğri** olarak bilinir.

4.1.1 Standart normal eğri altındaki alanların hesabı

Standartize edilmiş normal eğri şekil 4.1.2' de gösterilmiştir. Bu şekilde

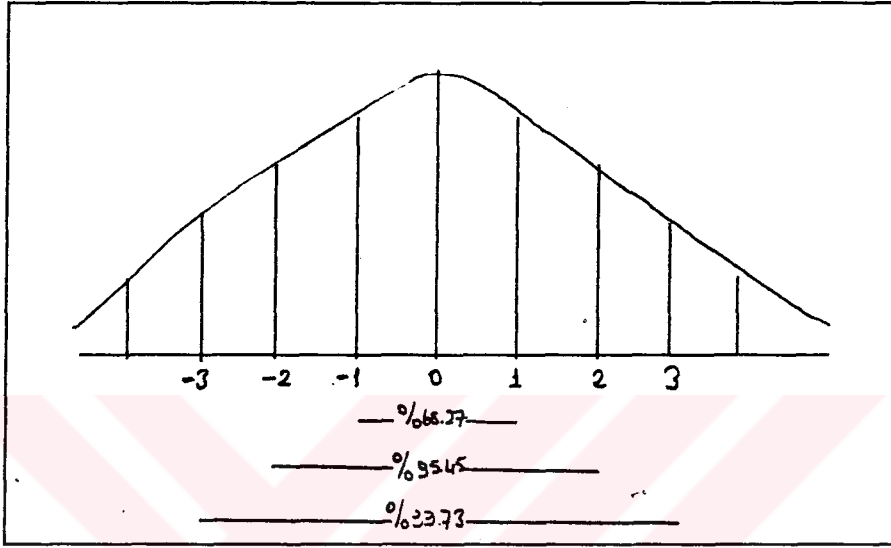
$$z = \pm 1, z = \pm 2, z = \pm 3$$

⁶ Prof.Dr.Kenan GÜRTAN, a.g.e., s.643.

⁷ Doç.Dr.Orhan İDİL, ag.e., sayfa 163.

absislerine karşılık gelen ordinatlar arasında kalan alanların, tüm alanın sırası ile, % 68.27' sine, %99.45' ine, % 99.73' üne eşit olduğu gösterilmiştir. Bunun formüle edilmiş hali aşağıdadır.

$\mu \pm 1 \sigma$	değerlerin % 68.27' sini,
$\mu \pm 2 \sigma$	değerlerin % 95.45' ini,
$\mu \pm 3 \sigma$	değerlerin % 99.73' ünü kapsar.



Şekil 4.1.2 Ortalamaya göre belirli standart sapma sınırları arasında kalan alanlar.

Standart normal eğrinin altında $z = 0$ ' a karşılık gelen ordinat ile herhangi bir pozitif z değerine karşılık gelen ordinat arasında kalan alan Ek-1' deki tabloda gösterilmiştir. Bu tablodan herhangi iki ordinat arasında kalan alan, eğrinin simetrik oluşundan faydalanılarak hesaplanabilir.

Sözü edilen alanlar aynı zamanda sınır değerleri arasında kalan birimlerin yüzdesini göstermektedir.

Diğer taraftan, bir (z) değerinin belirli iki sınır değeri arasında bulunma ihtimali, sınır değerlerinden çıkılan ordinatlar arasında kalan alana eşittir. ⁸

Normal dağılım için Kordsa örneği ayrıca verilmemiştir. Uygulamada kullanılan bütün istatistiksel tekniklerin normal dağılıma uyduğu varsayılmaktadır. Normal dağılımla ilgili genel bir örnek aşağıdadır.

ÖRNEK : Belli yaşta bulunan 200.000 çocuğun zeka testine tabi tutulduğunu, neticelerin gruplanmış seri halinde düzenlendiğini, aritmetik ortalamanın $\bar{x} = 60$ puan ve standart sapmanın $\sigma = 8$ puan olduğunu farzedelim. Hadise normal bölündüğüne göre bu grupta belli sınırlar arasında puan alan çocukların oranı hakkındaki tahminler normal eğri alan tablosundan da yararlanarak şöyle hesaplanır.

a) 60 - 68 arasında puan alanların oranı :

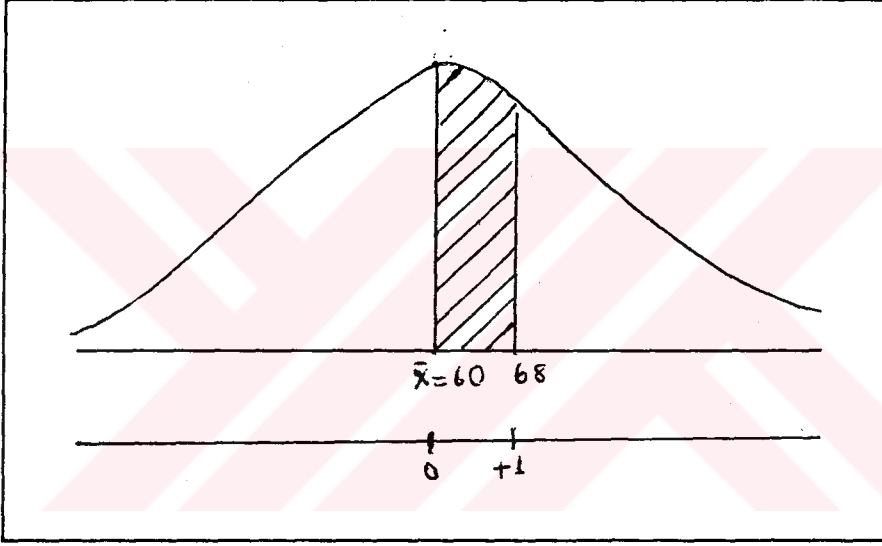
⁸ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, İstatistik, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir, 1984, sayfa 160.

Bu sınırlar için z değerlerini hesaplamak gerekir.

$$z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

$$z_1 = \frac{60 - 60}{8} = \frac{0}{8} = 0$$

$$z_2 = \frac{68 - 60}{8} = \frac{8}{8} = 1$$



Şekil 4.1.3

z_1 ve z_2 değerleri için normal eğri alanını Ek-1'deki normal eğri alanları tablosundan bakarak bulunabilir. Buna göre;

$$P(z_1) = 0$$

$$P(z_2) = 0.3413$$

$$P(60 < x < 68) = P(0 < z < 1)$$

$$= 0 + 0.3413$$

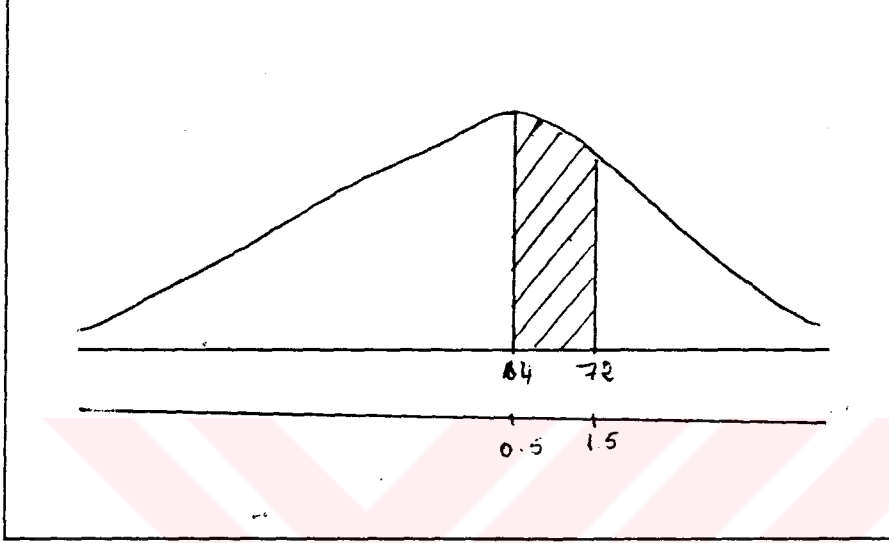
$$= 0.3413$$

Şu halde 60 -68 arasında puan alanların oranı % 34.1'dir.

b) 64 - 72 arasında puan alanların oranı;

$$z_1 = \frac{64 - 60}{8} = \frac{4}{8} = 0.5$$

$$z_2 = \frac{72 - 60}{8} = \frac{12}{8} = 1.5$$



Şekil 4.1.4

Buna göre $z_1 = 0.5$ ve $z_2 = 1.5$ değerlerine karşılık gelen ordinatlar arasındaki alan araştırılacaktır. Normal eğri alan tablosu orta noktaya ($z = 0$) göre düzenlenmiş olduğundan, aranan alanı tablodan faydalanarak hesaplayabilmek için $z_2 = 1.5$ değerine karşılık gelen alandan $z_1 = 0.5$ değerine karşılık gelen alanın çıkartılması gerekir.

$$P(z_1) = 0.4332$$

$$P(z_2) = 0.1915$$

$$P(64 < x < 72) = P(0.5 < z < 1.5)$$

$$= 0.4332 - 0.1915$$

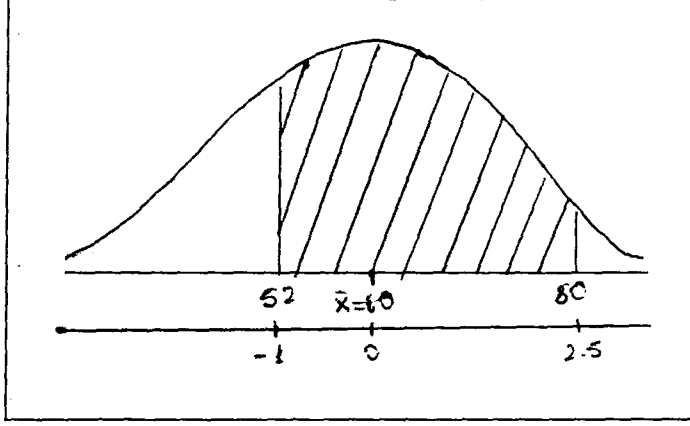
$$= 0.2417$$

64 - 72 arasında puan alan çocukların oranı yaklaşık % 24.2'dir.

c) 52 - 80 arasında puan alanların oranı;

$$z_1 = \frac{52 - 60}{8} = \frac{-8}{8} = -1$$

$$z_2 = \frac{80 - 60}{8} = \frac{20}{8} = 2.5$$



Şekil 4.1.5

z değerlerinden biri (-), diğeri (+) olduğuna göre aranan alan normal eğrinin ortasına nazaran her iki tarafa da yayılmakta, bunun hesaplanabilmesi için iki yarıya düşen kısımların toplanması gerekmektedir.

$$P(z_1) = 0.3413$$

$$P(z_2) = 0.4938$$

$$P(52 < x < 80) = P(-1 < x < 2.5)$$

$$= 0.3413 + 0.4938 = 0.8351$$

52 - 80 arasında puan alan çocukların oranı % 83.51'dir.

d) 44'den az ve 82'den çok puan alanların oranı;

$$z_1 = \frac{44 - 60}{8} = -2 \quad (\text{Birinci yarıda } z = -\infty \text{ ile } z_1 = -2 \text{ arasında kalan alan})$$

$$z_2 = \frac{82 - 60}{8} = 2.75 \quad (\text{İkinci yarıda } z_2 = 2.75 \text{ ile } z = +\infty \text{ arasında kalan alan})$$

$$P(z_1) = 0.4773$$

$$P(z_2) = 0.4970$$

İlk yarıdaki alan

$$P(z_1 < -2) = 0.5 - 0.4773 = 0.0227$$

$$P(2.75 > z_2) = 0.5 - 0.4970 = 0.0030$$

$$P(z_1 < -2) + P(2.75 > z_2) = 0.0257$$

44'ten küçük 82'den çok puan alanların oranı %2.57'dir.

Aynı örnek için,

$$\bar{x} \pm 1.96 \sigma = 60 \pm 1.96 (8)$$

$$= 60 + 15.7 = 75.7$$

$$= 60 - 15.7 = 44.3$$

44.3 ile 75.7 arasında puan alanlara tesadüf etme olasılığı %95,

$$\bar{x} \pm 3 \sigma = 60 \pm 3 \cdot 8$$

$$= 60 + 24 = 84$$

$$= 60 - 24 = 36$$

36 - 84 arasında puan alanlara tesadüf etme olasılığı %99.7, 36'nın altında ve 84'ün üstünde puan alanlara tesadüf etme olasılığı %03 dür.

4.2 Frekans Histogramı

Basit olarak bir mal ya da bir değerin belirlenen bir aralıkta tekrarlama sıklığının grafiksel ifadesine **histogram** denir.

İşletmelerde hergün farklı biçimlerde çok çeşitli veriler toplanmaktadır. Üretim miktarı, kusurlu ürün sayısı, tezgah çalışma süreleri, işçi devam kayıtları, mukavemet, uzama gibi laboratuvar test sonuçları kaydedilip çeşitli şekillerde raporlar, grafikler, kontrol şemaları değerlendirilen verilerin en basit örnekleridir.

Üretime yönelik veri derlemenin tek amacı örnekler yolu ile parti ya da proses hakkında genellemeler yapmaktır. Gelen bir partiyi kabul ya da reddetmek, prosesi devam ettirmek ya da düzeltici önlem almak üzere müdahale etmek, örnekler yolu ile sağlanan verilere dayanan kararlardır. ⁹

Frekans histogramı, alanı ilgili sınıfın frekansına ve tabanı da sınıf aralığına eşit, birbirine bitişik dikdörtgenlerden oluşan bir grafik gösterimidir.

Frekans poligonu ise, histogramın tepe orta noktalarının birleştirilmesi ile elde edilen, gruplandırılmış serilere ilişkin diğer bir grafikdir.

Şekil 4.2.1 de de kolayca görüleceği gibi histogramdaki sütunların altında kalan

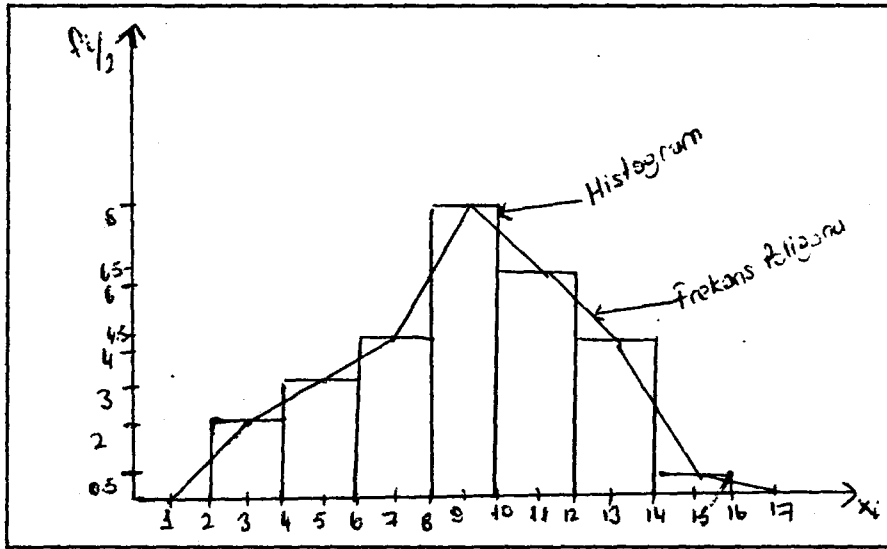
⁹ Kordsa Eğitim Notları, 1989, sayfa 10.

alanla frekans poligonunun altında kalan alan birbirine eşittir.

ÖRNEK

Sınıflar	Frekans f_i	Sınıf Orta Noktası x_i
2-4	4	3
4-6	6	5
6-8	9	7
8-10	16	9
10-12	13	11
12-14	8	13
14-16	1	15

Eğer histogramı çizilmek istenen serinin sınıf aralıkları eşitse, histogramı oluşturan dörtgenlerin yüksekliklerini frekansların değerine eşit olarak almak, uygulamada kolaylık sağlayan bir eğilimdir. Ancak sınıf aralıkları eşit değilse, yüksekliklerin ayarlanması gerekir. Sözü edilen ayarlama için sıkça kullanılan bir yol frekansların sınıf aralığına bölünmesidir.



Şekil 4.2.1 Frekans Histogramı.

ÖRNEK

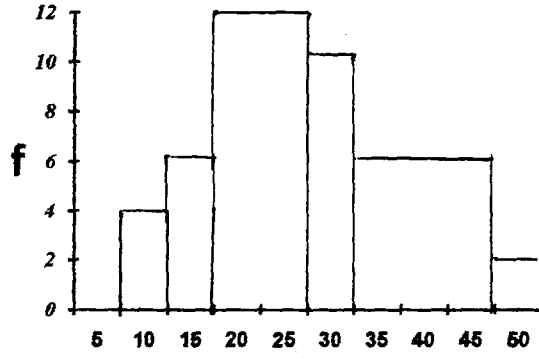
Sınıflar	Frekanslar
5-10	20
10-15	30
15-25	120
25-30	50
30-45	90
45-50	10

Görüldüğü gibi sınıf aralıkları 5, 10 ve 15 gibi farklı değerlerdir. Bu tabloya iki sütun daha ekleyerek sınıf aralıklarını ve frekansların ayarlanmış değerlerini bulalım.

Birikimli serilerin grafiğinin çiziminde de sınıflar x ekseninde, birikimli frekanslar ise dik eksen üzerinde gösterilir. "Den az" eğrisi 1. sınıfın frekansına kadar sürekli azalan bir eğridir. "Den çok" eğrisi ise, son sınıfın frekansına kadar sürekli azalan bir eğridir.

Bu grafikler yardımı ile, dağılım içinde herhangi bir değerden daha küçük ya da daha büyük olan terimlerin sayısı, doğrudan doğruya dik eksen üzerinde okunabilir.

Sınıflar	Frekanslar	Sınıf Aralıkları	Ayarlanmış Frekanslar
5-10	20	10-5= 5	20/5= 4
10-15	30	15-10= 5	30/5=6
15-25	120	25-15= 10	120/10=12
25-30	50	30-25= 5	50/5= 10
30-45	90	45-30= 15	90/15= 6
45-50	10	50-45=5	10/5=2

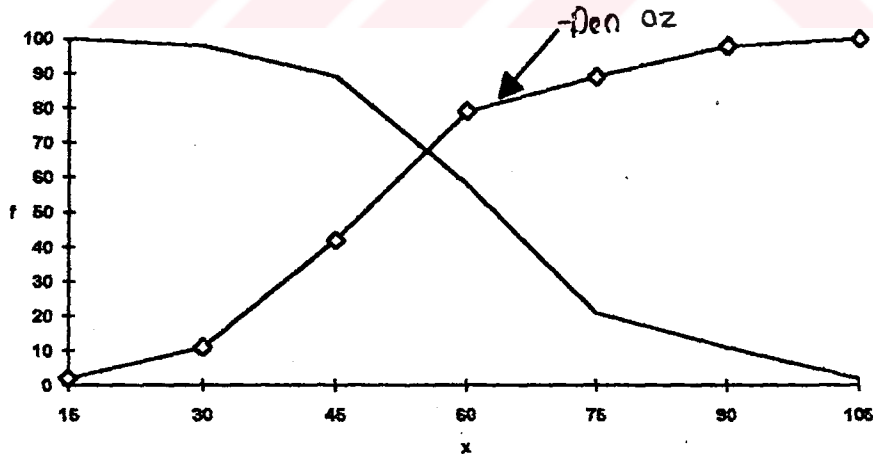


Şekil 4.2.2

Aşağıdabirikiimli serilerinin grafiklerine ilişkin olarak bir örnek yer almaktadır. ¹⁰

ÖRNEK

Sınıflar	-den az	-den çok
0-15	2	100
15-30	11	98
30-45	42	89
45-60	79	58
60-75	89	21
75-90	98	11
90-105	100	2



Şekil 4.2.3 -den az ve -den çok eğrisi.

¹⁰ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Doç.Dr.A.Fuat YÜZER, Öğr.Gör.Embia AĞAOĞLU, A.Ü.A.Ö.F., İstatistik, Ankara, 1984, s.33.

Histogram, sayım ile elde edilen verilerin dağılmasını değil, ölçüm sonuçlarının dağılımını göstermeye yarar.

Sayım verilerinin dağılımını göstermek için sütun diyagramı kullanılır.

Küçük sayıdaki veriler (genel olarak 50'den küçük) için histogram uygun değildir. Çünkü sınıf adetleri çok azalacak ve bundan dolayı üretim prosesinin yakınlığı ve dağılımı hakkında yanlış fikir verilebilecektir. ¹¹

4.3 Serpilme Diyagramları

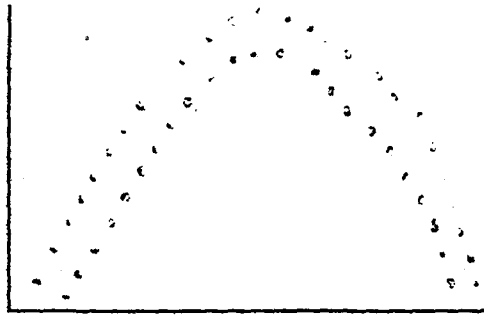
Aralarında ilişki olduğu varsayılan iki değişkene ait değerler, serbest değişkeninkiler X ekseninde, bağlı değişkeninkiler Y ekseninde gösterilmek sureti ile grafik üzerinde işaretlendiği taktirde, işaretlenen noktaların oluşturdukları şekil bir *serpilme diyagramı* olur.

İki değişken arasındaki ilişki çok kuvvetli olduğunda serpilme diyagramındaki noktalar belli bir hareket çizgisi ya da yol etrafında yer alırlar. Aradaki ilişkinin tam olması halinde ise, x ve y değerlerinin kesişme noktaları, serpilme diyagramı üzerinde bir yol oluşturacakları yerde doğrudan doğruya eğri ya da doğru bir çizgi üzerinde sıralanırlar.

İlişkinin hiç olmaması ya da zayıf bulunması haline gelince, bu durumlarda x ve y değerlerinin kesişme noktaları darma dağınıktır. Dolayısı ile bu noktaların ne serpilme diyagramı üzerinde bir yol oluşturdukları ne de doğrudan doğruya eğri ya da bir çizgi üzerinde sıralandıkları görülebilir.

İki değişken arasındaki ilişki azaldıkça işaret edilen değişim çizgisi etrafında noktalar gittikçe daha uzak mesafelere düşerler.

Değişim çizgisi ile noktalar arasındaki uzaklıklar *serpilme* diye adlandırılırlar. ¹²



Şekil 4.3.1

4.4 Regresyon ve Korelasyon Analizi

Regresyon iki değişken arasındaki ilişkinin hangi matematik fonksiyon ile ifade

¹¹ Kordsa Eğitim Notları, 1989, sayfa 12.

¹² Prof.Dr.Özer SERPER, Uygulamalı İstatistik, Filiz Kitabevi, İstanbul, 1986, sayfa 286, 287.

edileceğini, korelasyon ise değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini göstermektedir. ¹³

İki değişken arasında var olan ilişkinin en uygun bir şekilde hangi matematik fonksiyon ile ifade edilebileceğinin araştırılması büyük bir önem taşımaktadır.

İki değişken arasındaki ilişkiyi gösteren denklem, iki değişken arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklini göstermekle kalmaz, değişkenlerden birine ait değerler bilindiği takdirde, diğeri hakkında *tahmin* yapılmasını mümkün kılar.

Biri serbest değişken, diğeri bağlı değişken kabul edilen iki vasıf arasındaki ilişkinin matematik bir fonksiyon ile ifade edilebilmesi için yapılan araştırmalar regresyon analizine konu teşkil eder.

Regresyon analizinde serbest değişken sayısı bazen bir, çoğu zamanda iki ya da daha fazla olabilir. Diğer taraftan bağlı değişkenle serbest değişken (değişkenler) arasındaki ilişki bir doğru ya da eğri denklemi ile ifade edilebilir. ¹⁴

İki vasıf arasında herhangi bir ilişkinin olmaması ya da ilişkinin tam olması ekstrem hallerdir.

Uygulamada karşılaşılan durumlar bundan farklıdır. Kısmi bir pozitif ya da negatif bir ilişki söz konusudur. Bu şekildeki ilişki, tam ilişkinin bir yüzdesi olarak ifade edilebilir.

İki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin yönünün ve derecesinin araştırılması korelasyon analizinin konusudur.

4.4.1 Regresyon

İki serinin karşılıklı değişimleri incelendiği zaman, bu iki serinin kıymetlerindeki değişiklikler itibari ile bir benzerlik ya da bağıllık söz konusu ise, serilerin ilgili oldukları olaylar arasında bir ilişkinin bulunduğu söylenebilir. Mesela herhangi bir malın fiyatı yükselirken arzı da artıyor ya da talebi azalıyor ise, bu olaylar arasında bir ilişki var demektir.

Aralarındaki ilişki araştırılacak seriler bileşik bölünme serisi ya da zaman serisi şeklinde bulunabilir. Birinci halde aynı terimlerin iki vasıf tarafından hangi şıkları karşıladıkları belirlenmiş, ikinci halde ise iki ayrı olayın aynı yıllarda aldıkları kıymetler bahis konusu edilmiştir.

Eğer iki vasıf arasında var olduğu tesbit edilen ilişki kuvvetli ise ve bu ilişki matematik bir fonksiyon ile ifade edilebiliyorsa, serilerden birindeki kıymetlere dayanarak diğeriindeki kıymetleri oldukça isabetli bir şekilde tahmin etmek mümkün olur.

İncelenen iki vasıf arasındaki çoğu zaman bir sebep-sonuç ilişkisidir. Ancak bu sebep-sonuç ilişkisi istatistik bir analiz ile belirlenemez. İki vasıf arasında fevkalade kuvvetli bir ilişkinin varlığı, bunlar arasında bir sebep-sonuç ilişkisinin var olduğunu

¹³ Prof.Dr.Necla ÇOMLEKÇİ, Yrd.Dç.Dr.A.Fuat ÖZER, Öğr.Gör.Embiya AĞAOĞLU, a.g.e., s.339.

¹⁴ Prof.Dr.Necla ÇOMLEKÇİ, a.g.e., sayfa 282.

isbat etmez.

Bununla birlikte, incelenen vasıflar arasında hiçbir ilişkinin belirlenememesi, değişkenler arasında sebep-sonuç ilişkisinin olmadığını pekala ortaya koyabilir.¹⁵

İstatistik analizi, özellikle regresyon analizi, araştırma alanı ne olursa olsun hemen hemen her araştırmacı tarafından kullanılan bir araçtır. Araştırmacı önce regresyon denklemine ulaşmaya çalışır; sonra da bu denklemi çeşitli yönleri ile incelemeye tabi tutar.

Araştırmacı ilk olarak, ele aldığı problemi direkt bir soru şeklinde ifade eder. Araştırmanın konusu, mesela, Türkiye'de 1965 - 1985 yılları arasında sigara talebinin incelenmesi ise soru şu şekilde olabilir.

" 1965 - 1985 döneminde Türkiye'de sigara talebi hangi nedenlerden dolayı artma gösterdi ? "

Soru bu şekilde ifade edildikten sonra, bir hipotez geliştirilir. Bunun için muhtemel cevaplardan hangisinin soruya karşılık oluşturacağının analizi yapılır. Bu analiz teorik ve pratik bilgi ile tecrübeyi gerektirir.

Sigara probleminde hipotez,

- " i) Sigara ucuzladığı,
- ii) Sigara tüketicilerinin sayısı çoğaldığı,
- iii) Sigara tüketicilerinin geliri arttığı,
- iv) Genel fiyat düzeyi yükseldiği,
- v) Zevk ve tercihlerde değişimler olduğu için,

1965 - 1985 döneminde Türkiye'de sigara talebi artmıştır. "

Şeklinde ifade edilebilir.

Bu şekilde geliştirilen hipotez bir ya da daha fazla eşitlik haline dönüştürüldüğünde model kurulmuş olur.

Regresyon analizinde sonuç niteliğinde olan değişkene **bağımlı değişken**, bağımlı değişkendeki değişmelerin sebeplerini tesbit etmek için ilişki kurduğumuz değişkenlere de **bağımsız (serbest) değişkenler** denir. Yukarıdaki modelde sigara talebi bağımlı değişken, diğerleri ise bağımsız değişkenlerdir.

İki değişken arasındaki fonksiyonel ilişkiyi bir denklemle ifade etmeden önce, bu değişkenlerin nitelikleri üzerinde iyice düşünmek ve hangi değişkenin sebep, hangi değişkenin sonuç niteliğinde olduğunu kestirmek gerekir.

Aslında regresyon analizinin en zor tarafı, değişkenlerden hangisinin serbest

¹⁵ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 281.

değişken, hangisinin bağımlı değişken olduğunu tesbittir.

Bir değişkenin diğer bir değişkene etkisi iki şekilde incelenebilir.

i) Serbest değişken kontrol altına alınarak, onun seçilen değerlerine göre bağımlı değişkenin aldığı değerler tesbit edilir. Mesela gübrenin verim üzerindeki etkisi araştırılırken n personelin her birinde dönüm başına değişik miktarda gübre atılarak deneme yapılması gibi.

ii) n birim seçilerek serbest ve bağımlı değişkenin değerlerine göre inceleme yapılır. Mesela n kişi seçildikten sonra, bunların boy ve ağırlıklarının ölçülmesi ve boyun, ağırlık üzerindeki etkisinin araştırılması gibi.

Aralarında ilişki bulunan iki değişkenden biri için bilgi toplamak kolay, diğeri için güç ya da imkansız ise birincisi sayesinde ikincisi hakkında çok yararlı tahminlerde bulunulabilir.

Bu gibi tahminlerde başarı derecesi ilişkinin şekli ve derecesi hakkındaki bilgiye bağlıdır. Diğer bir deyişle, aralarında ilişki bulunan değişkenlerin ilişki, şekli ve derecesi bilinmeden uygulamada bu yoldan yararlanmak sözkonusu olamaz.

Aynı birimlerin iki ayrı vasfın şıklarına göre bölünüşünü gösteren seriler içinde regresyon analizine şüphesiz başvurulabilir. Mesela boy uzunluğu ile ağırlık, gelir düzeyi ile tasarruf arasındaki ilişkinin incelenmesinde olduğu gibi regresyon analizine başvurulabilir.¹⁶

4.4.2 Regresyon denklemleri

iki olayın değişimleri X_i ve Y_i ile gösterilir. X, Y serilerine en uygun regresyon denklemini bulmak için X_i ve Y_i değerleri grafik üzerinde noktaların apsis ve ordinatları olarak düşünülür.

Dağılma diyagramındaki bu noktalar belirli bir seyir gösterdikleri taktirde, bu seyre en uygun olan $Y = f(x)$ fonksiyonu regresyon fonksiyonudur. İstatistik metodlar yardımı ile bulunan bu fonksiyonlara korelasyon konusunda **regresyon denklemi**, zaman serileri konusunda ise **trend** denir.

Dağılma diyagramındaki noktaların umumi seyrinden ele alınan iki vasıf arasındaki matematik ilişkinin niteliği hakkında bir fikir edinmenin mümkün olduğunu tekrar edelim.

Gerçekten noktalar bir doğru etrafında dağılmış ise, iki vasıf arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğu kabul edilebilir. Şayet noktaların dağılışı bir doğruya uygun değil de bir eğriye uyuyor ise, yani bir bükülme noktası var ise, o zaman aralarındaki ilişkiyi ikinci dereceden bir denklemle belirtmek gerekir.

İki fonksiyon arasındaki ilişkinin hangi fonksiyon tipi ile en uygun olarak ifade edilebileceği, dağılma diyagramındaki noktaların umumi seyrindeki bükülme noktalarının sayısına göre belirlenir. Fonksiyonun derecesi bükülme noktalarının bir

¹⁶ Prof.Dr.Özer SERPER, a.g.e., s. 281.

fazlası kadar olur. Hiç bükülme noktası yoksa, ilişki doğrusal demektir. Bir bükülme noktası varsa, ilişki ikinci dereceden bir eğri ile, iki bükülme noktası gösteriyorsa, en uygun fonksiyon tipi üçüncü dereceden bir seri ile ifade olunur.

Şu duruma göre, istatistik olaylar arasındaki ilişkiyi bir doğru ya da bir eğri denklemi ile ifade etmek mümkündür. Uygulamada kullanılan denklemlerden bazıları aşağıda gösterilmiştir.¹⁷

$$(1) Y = a + b X$$

$$(2) Y = a + b X + c X^2$$

$$(3) Y = a + b X + c X^2 + d X^3$$

$$(4) Y = a + b X + c X^2 + d X^3 + e X^4$$

$$(5) Y = \frac{1}{a + bX}$$

$$(6) Y = ab^X \text{ ya da } \log Y = \log a + X \log b$$

$$(7) Y = aX^b \text{ ya da } \log Y = \log a + b \log X$$

4.4.3 Basit regresyon

Basit regresyon modeli, tek bir serbest değişken içeren $Y = a + b X + e$ modelidir. Burada X serbest değişkeni ve e hata terimidir. a ve b ise denklemin parametreleridir.

Basit doğrusal regresyon modeli şu varsayımlara dayanır :

i) Serbest değişken kontrol altındadır. Nitekim araştırmacı bunları bizzat tesbit ettikten sonra, tesbit ettiği her X değeri için bağlı değişkenin rastgele seçilen birimlerdeki değerlerini ölçer. Bu varsayımın doğal sonucu, hata teriminin serbest değişkenden bağımsız olmasıdır.

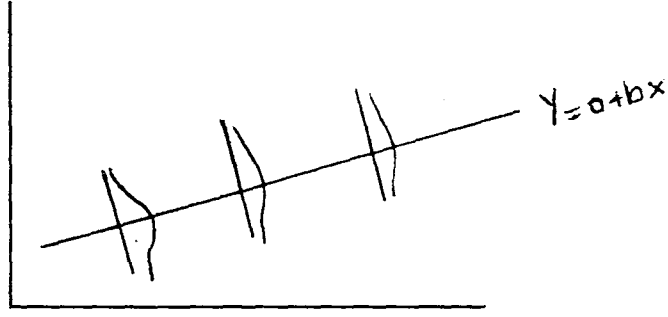
ii) Hata teriminin ortalaması sıfırdır.

iii) Hata teriminin varyansı bağlı değişkenin varyansı olan σ^2 'ye eşittir. Söz konusu varyans X değerlerine göre değişmez. Buna *sabit varyans* durumu da denir.

iv) Hata teriminin değerleri birbiri ile ilişkili değildir. Yani hata terimleri arasında otokorelasyon yoktur.

v) Hata terimi normal değişkendir.

¹⁷ Prof.Dr.Necila ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 283.



Şekil 4.4.1 Doğrusal regresyon modeli

Bu varsayımlar doğrusal regresyon modelini yukarıdaki grafikte göstermemizi mümkün kılar.

Grafikteki $Y = a + bX$ doğrusu $X_1, X_2, \dots$ gibi her X değeri için Y 'nin sahip olduğu bölünmelerin ortalamalarından geçmektedir. Bu ortalamalar $a + bX_1, a + bX_2, \dots$ değerleridir. Ancak a ve b bilinmemekte, elimizde her X değeri için belirli sayıda birimden oluşan bir örneklem bulunmaktadır.

a ve b 'nin tahmini için en küçük kareler yönteminden yararlanılır. Bu yöneme başvurulduğunda kullanılacak denklemler şunlardır.

$$\sum Y = n a + b \sum X$$

$$\sum XY = a \sum X + b \sum X^2$$

Sıfır orijinine göre X ve Y ler ile ifade edilen değerler yerine ortalamadan sapmaların bulunması sureti ile elde olunan ortalamalar orijinine göre x ve y 'ler konulması ile daha kısa zamanda sonuca götüren şu denklemlere ulaşılır :

$$\sum y = n a + b \sum x$$

$$\sum xy = a \sum x + b \sum x^2$$

Bu normal denklemlerdeki x ve y değerleri, $x = X - \bar{X}$ ve $y = Y - \bar{Y}$ şeklinde hesaplandığına göre $\sum x = 0$ ve $\sum y = 0$ olur. Çünkü aritmetik ortalamanın özelliklerinden birine göre, terimlerin aritmetik ortalamadan sapmalarının cebirsel toplamı sıfırdır.

Böylece son iki eşitlikten a ve b parametreleri elde edilir.

$$a = 0$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

a'nın sıfıra eşit olması ortalamalar orijinine göre regresyon doğrusunun denkleminin a parametresinin bulunmadığını ortaya koyar. Söz konusu denklem;

$$y = bx$$

şeklinde ifade edilir.

Bir regresyon doğrusu ister sıfır isterse ortalamalar orijinine göre yazılsın, eğimi değişmez. Bu nedenle sıfır orijinine göre regresyon doğrusunun denklemi oluşturulurken b aynı şekilde hesaplanır. Buna karşılık a ise, ilk eşitlikten hareketle bulunur. Nitekim eşitliğin her iki tarafı n ile bölündüğünde,

$$\frac{\sum Y}{n} = \frac{na}{n} + \frac{b \sum X}{n}$$

olmaktadır. Bu son eşitlik aşağıdaki şekilde de ifade edilebilir.

$$\bar{Y} = a + b\bar{X}$$

Buradan da,

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad \text{sonucuna ulaşılır.}$$

Elde edilen bu parametrelerin $Y = a + bX$ denkleminde yerine konulması ile, Y'nin X'e göre regresyon doğrusu yani

$$Y = f(x) \text{ bulunmuş olur.}$$

X'in bağımsız Y'nin bağımlı değişken kabul edilmesi yerine Y'nin serbest, X'in bağımlı değişken kabul edilmesi ve regresyon analizinin buna göre yapılması da mümkündür. Bu defa regresyon denklemi $X = g(Y)$ yani $X = a + bY$ şeklini alacaktır. X'in Y'ye göre regresyon doğrusunun oluşturulmasında da, yine en küçük kareler yönteminden yararlanılır. Tekrardan kaçınmak için, sadece a ve b parametrelerinin bulunmasına ilişkin formülleri yazmakla yetinelim.

$$b = \frac{\sum xy}{\sum y^2}$$

$$a = \bar{X} - b\bar{Y}$$

Regresyon katsayısı adı verilen ve regresyon doğrusunun eğimini belirten b parametresi, bağımsız değişken X'deki bir birimlik değişmeye karşılık, bağımlı değişken Y'de meydana gelebilecek ortalama değişmeyi gösterir. b parametrelerini birbirinden ayırt edebilmek için bunlara indis vermek gerekir. Yani $Y = f(x)$ ilişkisinde,

$$b_{yx} = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

$$a = \bar{Y} - b_{yx}\bar{X}$$

buna karşılık, $X = g(y)$ ilişkisinde,

$$b_{xy} = \frac{\sum xy}{\sum y^2}$$

$$a = \bar{X} - b_{xy}\bar{Y}$$

formülleri kullanılır.

Bu formüllerde yer alan $\sum x^2$, $\sum y^2$ ve $\sum xy$ değerlerini iki yoldan hesaplamak mümkündür.

Birinci yol:

$$\sum x^2 = \sum (X - \bar{X})^2$$

Yani terimlerin aritmetik ortalamadan sapmaları hesaplandıktan sonra, bunların kareleri alınır, tamamı toplanır. Bu işlem için ilk olarak aritmetik ortalamanın hesaplanmasının gerekliliği açıktır. Aynı şekilde,

$$\sum y^2 = \sum (Y - \bar{Y})^2$$

$$\sum xy = \sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})$$

olur.

ÖRNEK 1.

Yıl	Y	X	$x=X-\bar{X}$	$y=Y-\bar{Y}$	x^2	y	$x*y$
89	2	7	-3	-1	4	1	3
90	3	9	-1	0	1	0	0
91	1	14	4	-2	16	4	-8
92	6	10	0	3	0	9	0
	12	40	0	0	21	14	-5

$$\bar{Y} = \frac{12}{4} = 3$$

$$\bar{X} = \frac{40}{4} = 10$$

$$\sum x = 0 \text{ a } \sum y = 0$$

ve bu eşitlikler mutlaka gerçekleştirilmelidir. Bu eşitlikler sağlanmamışsa, ya aritmetik ortalama yanlış hesaplanmıştır ya da sapmaların hesabında hata yapılmıştır. Hesaplamalar tekrar gözden geçirilmelidir. Ayrıca $\sum x^2$ ve $\sum y^2$ negatif olamaz. Çünkü karelerin toplamının pozitif olması gerekir.

İkinci Yol :

$$\sum x^2 = \sum X^2 - n\bar{X}^2$$

Bu defa X 'lerin kareleri hesaplanıp toplanmakta ve bundan X serisinin ortalamasının karesi ile gözlem sayısının çarpımı çıkarılmaktadır. Aynı şekilde,

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - n\bar{Y}^2$$

$$\sum xy = \sum XY - n\bar{X}\bar{Y}$$

olur.

ÖRNEK 2.

Yıl	Y	X	X ²	Y ²	XY
1989	2	7	49	4	14
1990	3	9	81	9	27
1991	1	14	196	1	14
1992	6	10	100	36	60
Top.:			426	50	115

$$\bar{Y} = \frac{12}{4} = 3$$

$$\bar{X} = \frac{40}{4} = 10$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - n\bar{X}^2 = 426 - 4 \cdot (10) = 26$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - n\bar{Y}^2 = 50 - 4 \cdot (3) = 14$$

$$\sum xy = \sum XY - n\bar{X}\bar{Y} = 115 - 4 \cdot (10) = -5$$

Regresyon denklemini oluşturalım.

$$Y = a + b X$$

$$b_{yx} = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{-5}{26} = -0.192$$

$$a = \bar{Y} - b_{yx}\bar{X} = 3 - \left(-\frac{5}{26}\right) \cdot 10 = 4.923$$

Buradan, Y'nin X'e göre regresyon doğrusu denklemi,

$$Y = 4.923 - 0.192 X$$

şeklinde olur. Aynı şekilde,

$$b_{xy} = \frac{\sum xy}{\sum y^2} = \frac{-5}{14} = -0.357$$

$$a = \bar{X} - b_{xy}\bar{Y} = 10 - \left(-\frac{5}{14}\right) \cdot 3 = 11.071$$

X'in Y'ye göre regresyon doğrusu denklemi,

$$X = 11.071 - 0.357 Y$$

şeklinde olur.

4.4.4 Eğrisel regresyon

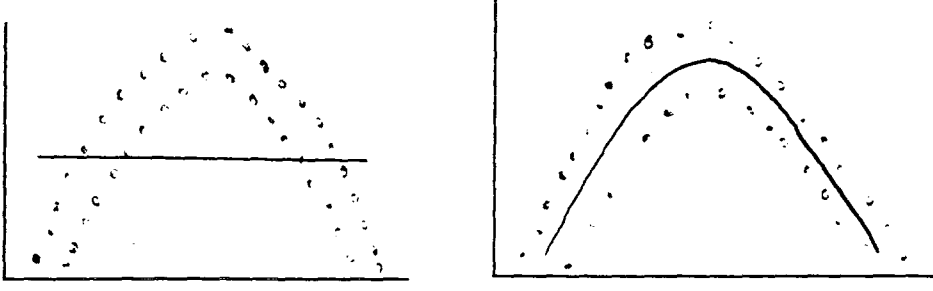
Değişkenler arasındaki ilişki, çoğu defa basit bir doğru fonksiyonu ile a ıklanamıyacak kadar karmaşıktır. Bu nedenle doğrusal bir regresyon denkleminin her zaman değişkenler arasındaki ilişkiyi yeter ölçüde tasvir etmesi mümkün olmamaktadır. Bu durumda doğru yerine eğri kullanılması zorunlu hale gelir.

İki değişken arasındaki ilişki doğrusal olmadığında, serpilme diyagramının yolunu en iyi şekilde belirten eğri tipi araştırılır. Mesela, aşağıdaki grafiğin doğrudan çok ikinci dereceden denklemin daha uygun düşeceği açıktır.

Uygulamada en çok kullanılan eğrisel regresyon denklemi tiplerinden bazıları şunlardır.¹⁸

$$(1) Y = a + bX + c X^2$$

¹⁸ Prof.Dr. zer SERPER, a.g.e., s. 287.



Şekil 4.4.2 Serpilme diyagramları

$$(2) Y = a + bX + cX^2 + dX^3$$

$$(3) Y = \frac{1}{a + bX}$$

$$(4) Y = \frac{b}{a + bX}$$

$$(5) Y = \frac{1}{a + bX + cX^2}$$

$$(6) Y = aX^b$$

$$(7) Y = ab^x$$

4.4.5 Regresyon denklemi yardımı ile tahmin yapma

Regresyon denklemleri iki (ya da daha fazla) değişken arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklini ortaya koyduğuna göre, bunlardan tahmin amacı ile yararlanmak mümkündür. Tahmin edilecek değerleri gözlem sonuçları olan Y'den ayırt edebilmek için Y' şeklinde göstermek gerekir.

Gözlem sonuçlarına **gerçek değerler**, regresyon denklemine dayanarak hesaplayacağımız değerlere ise, **teorik değerler** adını verebiliriz. Değişkenler arasındaki ilişki tam ve kesin olsaydı, gerçek değerler ile teorik değerler tıpatıp birbirine eşit olurdu.

Y, X, ... gibi gerçek değerlerle Y', X' ,... gibi teorik değerlerin birbirlerine genellikle eşit olmaması bir miktar hata payının var olduğunu gösterir. Y-Y' farkları değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel şeklinin uygun seçilmemesi, serbest değişkenlerden bazılarının regresyon denklemine dahil edilmemesi ve verilerde hataların bulunması gibi sebeplerle ortaya çıkar.

4.4.5.1 Teorik değerlerin hesabı :

Gerek basit gerekse eğrisel regresyonda teorik değerlerin hesabı, serbest değişken değerlerinin regresyon denklemine uygulanması sureti ile yapılır. Mesela $Y = a + bX$ tipindeki bir ilişkide her yılın x değeri denkleme uygulanır. Böylece aynı yılın Y' değeri bulunmuş olur. Gerçek değerlerle teorik değerler toplamı birbirine eşit olmak

zorundadır.

$$\Sigma Y = \Sigma Y'$$

ÖRNEK 3 .

Hatırlanacağı gibi (2) nolu örnekte ulaştığımız regresyon denklemi

$$Y = 4.923 - 0.192 X \text{ idi.}$$

X değerlerine dayanarak Y' teorik değerlerini şu şekilde bulabiliriz.

$$Y' = 4.923 - 0.192 \cdot (7) = 3.6$$

Şimdi bu sonuçları gerçek değerlerle birlikte aynı tabloda özetleyelim.

Yıllar	Y	Y'	Y-Y'
1989	2	3.6	-1.6
1990	3	3.2	-0.2
1991	1	2.2	-1.2
1992	6	3.0	3.0
	12	12	0

Görüldüğü gibi $\Sigma Y = \Sigma Y'$ şartı sağlanmaktadır. Diğer taraftan, Y-Y' farklarının sıfırdan farklı olması X ile Y arasındaki ilişkinin tam olmadığını hissettirmektedir.

4.4.5.2 Nokta tahmini

Regresyon denklemine bağımsız değişken ya da değişkenlerin t yılında alabileceği değer ya da değerler uygulanmak sureti ile bağımlı değişkene ilişkin değer tahmin edildiğinde *nokta (tek değer)* tahmini ortaya çıkar.

ÖRNEK 4

(2) nolu örnekte X'in 1994 yılında 11 olarak gerçekleşeceği düşüncesi ile bir tahmin yapmayı arzu edersek,

$$Y' = 4.923 - 0.192 \cdot (11) = 2.8$$

sonucuna ulaşırız. O halde Y değişkeninin 1994'de alabileceği değer 2.8 olarak tahmin edilmiş olmaktadır.

4.4.5.3 Aralık tahmini

Tahmin, nokta tahmini şeklinde yapıldıktan sonra, elde edilen bu değere bir

standart hata eklenir ve çıkartılırsa %68.27 olasılıkla **aralık tahmini** yapılmış olur. Tahmin %95.45 olasılıkla yapılmak istendiğinde standart hatanın 2 katı eklenir ve çıkarılır. Standart hatanın 3 katının eklenip çıkarılması söz konusu olduğunda olasılık düzeyi %99.73'tür. Bu ifadelerimizi formüle edecek olursak, güven sınırları; % 68.27 olasılıkla, $Y' \pm S_y$; % 99.45 olasılıkla, $Y' \pm 2 S_y$; % 99.73 olasılıkla, $Y' \pm 3 S_y$ 'dir diyebiliriz.

Burada söz konusu olan standart hata, gerçek değerlerin teorik değerlerden ortalama olarak ne kadar ayrıldığını ve regresyon denklemi geçerliliğini koruduğu sürece ne kadar ayrılabilceğini ifade eder.

Basit regresyon denkleminin oluşturulmasında en küçük kareler yönteminden yararlanıldığı için **tahminin satandard hatası** yine aynı formüller yardımı ile bulunacaktır.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{n}}$$

ve $n < 30$ durumunda

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{n - 2}}$$

formülünden yararlanılacaktır.

Standart hata, gözleme ait çok sayıda noktanın regresyon doğrusu etrafındaki bölünmesinin normal olduğu varsayılmak sureti ile, tahminlerin isabetini değerlendirmek için kullanılır.

Buradan gözlemlerin %68.27' sinin regresyon doğrusuna ± 1 standart hata sınırları içinde, %95.45' inin yine regresyon doğrusuna ± 2 standart sınırları içinde ve % 99.73' ünün de aynı doğruya ± 3 standart hata sınırları içinde olduğu sonucuna varılır.

Bu özellikten yararlanılarak yapılacak tahminlerin hangi olasılıkla hangi sınırlar arasında yer alacağı söylenebilir.

ÖRNEK 5.

(3) nolu örnekte $Y - Y'$ farklarını hesaplamış bulunuyoruz. Bu farklar yardımı ile standart hatayı elde edelim.

Yıllar	$Y - Y'$	$(Y - Y')^2$
1989	-1.6	2.56
1990	-0.2	0.04
1991	-1.2	1.44
1992	3	9
	0	13.04

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum(Y - Y')^2}{n - 2}}$$

$$S_y = \sqrt{\frac{13.04}{2}} = 2.55$$

Standart hata 2.55 olduğuna ve son örnekte 1994 yılı için Y'_{1994} 'ü 2.8 olarak tahmin ettiğimize göre mesela %68.27 olasılıkla yapılacak aralık tahmini bizi şu güven sınırlarına ulaştıracaktır.

2.8 ± 2.55 , 0.25 - 5.35 arasındadır. ¹⁹

4.4.6 Korelasyon

Regresyon analizi konusu açıklanırken korelasyonun anlamı iki değişken arasındaki ilişkinin derecesi olarak tanımlanmıştır. ²⁰

Ele alınan iki değişken X ve Y olsun. Bir dağılım diyagramı (X,Y) noktalarının bir rektangüler koordinat sistemindeki yerlerini gösterecektir. Eğer dağılım diyagramındaki bütün noktalar bir doğru etrafında yer almışsa, korelasyon doğrusaldır. Bu durumlarda bir doğru denklemi regresyon ya da tahmin için uygun düşmektedir.

Doğrusal bir regresyonda X'in değeri artarken Y'de artıyorsa pozitif bir korelasyonun varlığı, X artarken Y azalıyorsa negatif bir korelasyonun varlığı sözkonusudur.

Eğer mevcut noktalar bir eğri etrafında toplanmış durumda ise, doğrusal olmayan bir korelasyon vardır. Ve doğrusal olmayan bir denklem regresyon ya da tahmin için uygundur. Doğrusal olmayan korelasyon bazen pozitif bazen negatiftir.

Ele alınan değişkenler arasında yukarıda belirtilen cinsten bir ilişki olmadığı takdirde, bir korelasyonun varlığından söz edilemez. ²¹

Değişkenler arasındaki ilişkinin derecesi korelasyon katsayısı olan (r) ile gösterilir. Korelasyon katsayısı (+1) ve (-1) arasında değerler alır. Korelasyon katsayısı (0) ve (+1) arasında olduğunda aynı yönde (pozitif) ilişkiyi, (0) ile (-1) arasında olduğunda ise tersi yönde (negatif) bir ilişkiyi ifade eder. Eğer korelasyon katsayısı sıfır ya da sıfıra yakın olursa değişkenler arasında ilişkinin zayıf olduğu sonucuna varılır.

Serpme diyagramlarının (bkz.4.3) yorumlanmasında korelasyon katsayısından yararlanılır. Aşağıda karşılaşılabilecek serpme diyagramları ve diyagramlara bağlı olarak korelasyon katsayılarının ne olabileceği yer almaktadır.

¹⁹ Prof.Dr.Özer SERPER, a.g.e., s. 287.

²⁰ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Doç.Dr.A.Fuat YÜZER, Öğr.Gör.Embia AĞAOĞLU, a.g.e, s.361.

²¹ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 290.

$$r = \frac{\Sigma(X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X - \bar{X})^2 \cdot (Y - \bar{Y})^2}}$$

ya da

$X - \bar{X} = x$
 $Y - \bar{Y} = y$ ifade edildiğinde, korelasyon katsayısı formülü şöyle olur :

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 y^2}}$$

Korelasyon katsayısının değeri (+1) ya da (-1)'e yaklaştığı zaman, iki değişken arasında ilişkinin kuvvetli olduğu kabul edilir. Genellikle katsayı 0.80' den büyük olduğu zaman, değişkenler arasında kuvvetli bir ilişki olduğu söylenir.

Korelasyon katsayısı sıfıra yakın olduğu zaman değişkenler arasında ilişkinin zayıf olduğu söylenir.

ÖRNEK

X ve Y değişkenleri arasındaki ilişkinin derecesini inceleyelim.

X : 2 5 6 8 9

Y : 2 3 5 6 9

ilişkinin derecesini inceleyebilmek için korelasyon katsayısını hesaplamalıyız.

$$r = \frac{\Sigma(X - \bar{X}) \cdot (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\Sigma(X - \bar{X})^2 \cdot (Y - \bar{Y})^2}} = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 y^2}}$$

X	Y			xy	x ²	y ²
2	2	-4	-3	12	16	9
5	3	-1	-2	2	1	4
6	5	0	0	0	0	0
8	6	2	1	2	4	1
9	9	3	4	12	9	16
30	25	0	0	28	30	30

$$\bar{X} = 6 \quad \text{ve} \quad \bar{Y} = 5$$

$$r = \frac{28}{\sqrt{30 \cdot 30}} = 0.93$$

$r = 0.93$ olduğundan iki değişken arasında pozitif yönde bir ilişki vardır. Değişkenlerden biri artarken diğeri de artmaktadır. $r = + 0.93$ değeri $+ 1$ 'e yakın bir değer olduğundan iki değişken arasında yakın bir ilişki vardır.²³

4.5 İstatistik Hipotezleri

Bir karara varabilmek için ilgili ana kütleler hakkında tahminlerde bulunmak ya da varsayımlar ileri sürmek lazım gelir. doğru ya da yanlış olabilen bu tür varsayımlara *istatistik hipotezleri* denir.

Ana kütle parametreleri hakkındaki bir hipotez, ana kütle parametrelerinin belirli bir değere sahip olduğu konusunda geçici bir hüküm niteliğindedir. Hipotez formüle edildikten sonra ana kütleden çekilmiş örnek değerlerine göre kontrol edilmektedir. Söz konusu kontrol hipotez testi olarak adlandırılmaktadır.

Bir üretim yönteminin diğerine daha üstün olup olmadığının karşılaştırılması istendiğinde, geliştirilen yeni üretim yönteminin eskisine göre daha üstün olmadığı, gözlemlenen farkın örneklemeden kaynaklandığı, ana kütle birimlerinin tamamının gözönünde bulundurulmamış olmasından, yani tesadüfi olarak meydana geldiği hipotezi formüle edilir. Bu hipotez *sıfır hipotezi* olarak adlandırılır ve H_0 sembolü ile gösterilir.

Aynı karar verme problemi ile ilgili olarak sıfır hipotezinden farklı başka bir hipotezin daha ileri sürülmesi söz konusudur. H_0 ' dan farklı bir hipoteze *alternatif hipotez* denir ve H_1 sembolü ile gösterilir.

Sıfır hipotezi ana kütle parametrelerinin adeta değişmezliğini açıklamasına ve tüm karar problemleri için standart bir formüle sahip olmasına karşın, alternatif hipotez, verilecek kararın niteliğine bağlı olarak farklı karar problemlerinde farklı şekillerde formüle edilir.

4.5.1 Yanlış bir kararın riskleri

Kurulan hipotezin doğru olup olmadığının tesbitinde örneğin kullanılması sürecine hipotezin doğru (ya da yanlış) olduğu hususunun *istatistiki ispatı* denilmektedir. Ancak herhangi bir hatanın yapılmayacağı konusunda bir kesinlik yoktur. Biri ya da öbürü işlenebilecek iki tip hata vardır.

Kurulan hipotez doğru olduğu halde yanlış diye reddedilebilir. Bu durumda birinci tip ya da *alfa (α) hatası* işlenmiş olur. Ya da kurulan hipotez yanlış olduğu halde, doğru olarak kabul edilebilir. Bu durumda da ikinci tip hata ya da beta (β) hatası işlenmiş olur.

²³ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Dç.Dr.A.Fuat YÜZER, Öğr.Gör.Dr.Embiya AĞAOĞLU, a.g.e., s. 352, 248-250.

Hangi tip hata yapılmış olursa olsun, her iki halde de yanlış bir karar verilmiş olur. Verilecek istatistik kararların doğru kabul edilebilmesi için α ve β hatalarının minimum olmasını sağlamak gerekir.

Ancak her iki tip hatayı da minimum yapmak kolay değildir. Çünkü bir tip hatayı azaltmak diğer tip hatayı büyütür. Bu bakımdan uygulamada hangi tip hata daha zararlı ise, onun minimum yapılması yolları aranır. Her iki tip hatayı da azaltabilmenin tek çaresi örnekteki birim sayısını artırmaktır.²⁴

İstatistik uygulamalarının çoğunda α tipi hata kontrol edilememektedir. Buna rağmen, gözlem ya da deneyi yapanın β tipi hatanın varlığını bilmesi ve büyüklüğü hakkında fikir sahibi olması gerekir.²⁵

4.5.2 Testin anlamlılık (önemlilik) düzeyi

Test edilen sıfır hipotezi belirli bir olasılık değerine göre kabul ya da reddedilir. α tipi hata yapmanın maksimum olasılığına testin anlamlılık düzeyi denir. Bu olasılık, elde edilen sonuçların verilecek olan kararı etkilememesi için genellikle örnek çekilmeden (ya da deney yapılmadan) belirlenir.

Herhangi bir hipotez testinde anlam düzeyi α , kabul edilmesi doğru olacak olan bir hipotezin reddedilme olasılığının α olması anlamına gelir. Bir başka deyişle, doğru bir kararın $(1 - \alpha)$ olasılığı ile verilmiş olduğundan güvenli olunabilir.

Uygulamada anlamlılık düzeyinin %5 ya da %1 olarak kabul edilmesi gelenek haline gelmiştir. Bununla birlikte, %5 ve %1 değerlerinden başka değerlerin kullanılmaması için herhangi bir gerekçe yoktur.

Hipotez testleriyle ilgili problemlerde genellikle α veri olup β hatası ihmal edilir. $(1 - \alpha)$ istatistik kararın güvenilirliğini açıklarken, $(1 - \beta)$ değeri de alternatif hipotezin kuvveti olarak ifade edilebilir.

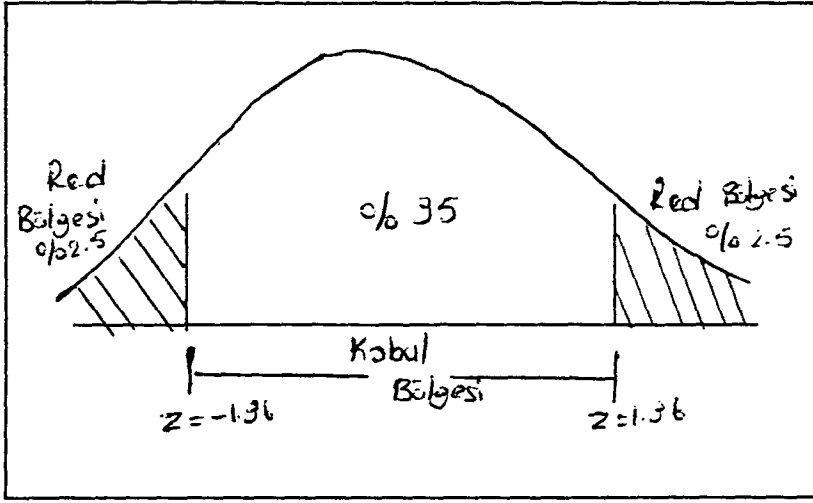
Hipotez testleri hakkındaki fikirlerin daha iyi aydınlatılması bakımından, hipotez testinde faydalanılan örnek için hesaplanmış herhangi bir S istatistiğinin örnekleme dağılımının normal, ortalamasının μ_s ve standart sapmasının σ_s olduğunu farzedelim. Bu durumda,

$$z = \frac{(S - \mu_s)}{\sigma_s}$$

ifadesi ile hesaplanmış standart değişkenin dağılımı ortalaması (0) ve varyansı (1) olan standart normal dağılım olacaktır.

²⁴ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Dç.Dr.A.Fuat YÜZER, Öğr.Gör.Dr.Embiya AĞAOĞLU, a.g.e., s. 250.

²⁵ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 217, 219.



Şekil 4.5.1

% 5 güven seviyesine göre yapılan iki taraflı testte kabul ve red alanları;

Eğer kurulan H_0 doğru ise, fiili örnek istatistiğinin standart değeri Z , -1.96 ile $+1.96$ arasında bulunacağından şekil 4.5.1 de gösterildiği gibi % 95 emin olabiliriz.

Eğer tesadüfi bir seçime göre teşkil edilmiş bir tek örneğe dayanılarak hesaplanmış olan S istatistiğinin standart değerinin -1.96 ile 1.96 değerleri dışında kaldığı tesbit edilirse, kurulan H_0 'ın doğru olması halinde böyle bir olayın ancak %5 ihtimalle meydana gelebileceğine ihtimal verilecektir. Bu durumda Z 'nin kurulan hipotezdeki değerden anlamlı bir şekilde farketmediği, dolayısı ile H_0 'ın reddi gerektiği ifade edilecektir.

Şekil 4.5.1 deki taralı 0.05 alanı, testin %5 mana seviyesini göstermektedir. Bu alan, doğru olan H_0 'ı yanlış diye reddetme ihtimalini, yani α tipi hata yapma ihtimalini göstermektedir. Bunun için hipotezin %5 mana önem seviyesine göre reddedildiği ya da belirli bir örnek istatistiğinin standart değerinin %5 ihtimal eşliğinde anlamlı ifade edilir.

$Z = -1.96$ ile $Z = 1.96$ değerleri dışında kalan standart değerler, **kritik bölge** ya da **hipotezin red bölgesi** (sıfır hipotezinin red bölgesi) adı verilen bir bölge meydana getirmektedir. Belirlenen sınır değerleri (-1.96 ile 1.96) arasındaki alan ise kabul bölgesi (sıfır hipotezinin kabul bölgesi) adını almaktadır.

Yukarıda belirtilen hususlardan sonra, hipotez testi ile ilgili aşağıdaki kurallar yazılabilir.

(1) Örnek istatistiği S' nin standart değeri -1.96 ile 1.96 değerleri dışında kalıyorsa, ($Z < -1.96$ ya da $Z > 1.96$) H_0 reddedilir. Hipotezi %5 mana seviyesine göre reddetmek, gözlemlenen örnek istatistiğinin %5 ihtimal eşliğine göre anlamlı olduğunu ifade etmektir.

(2) Örnek istatistiği S' nin standart değeri -1.96 ile 1.96 değeri arasında kalıyorsa ($Z > 1.96$ ya da $Z < -1.96$) sıfır hipotezi %5 mana seviyesine göre kabul edilir.

Uygulamada %5 ihtimal eşiğinden ayrı olarak %1 ihtimal eşiği de kullanılır. Bu durumda $Z = \pm 1.96$ değerlerinin yerini $Z = \pm 2.58$ değerleri alacaktır.²⁶

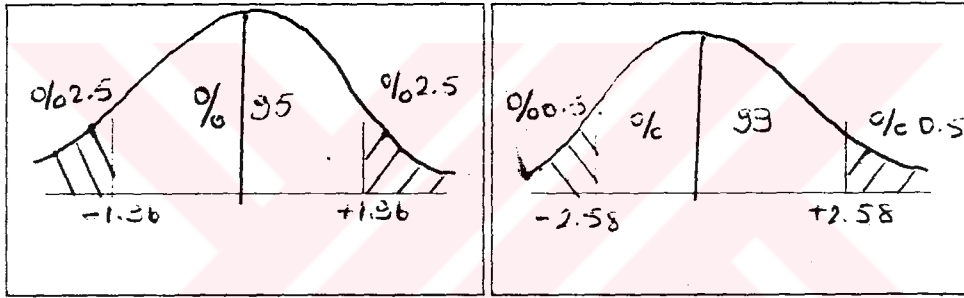
4.5.3 Tek ve çift taraflı testler

Hipotez testi ile ilgili yukarıdaki açıklamalarda istatistiğin standart değerinin parametrenin her iki yanındaki uç değerleri üzerinde durulmuştur. Örneklemede dağılımın her iki ucundaki değerler gözönünde bulundurulduğundan, bu tip testlere *iki yönlü testler* ya da *çift taraflı testler* denilmektedir.

Çift taraflı testlerde sıfır hipotezini red alanının ilgili örneklem dağılımının her iki tarafında, tek taraflı testlerde de sıfır hipotezini red alanının örneklem dağılımının bir tarafında yer alacağını belirtelim. Her iki durumda da sıfır hipotezinin red alanının değeri, olasılık eşiğine yani testin anlam düzeyine eşittir.

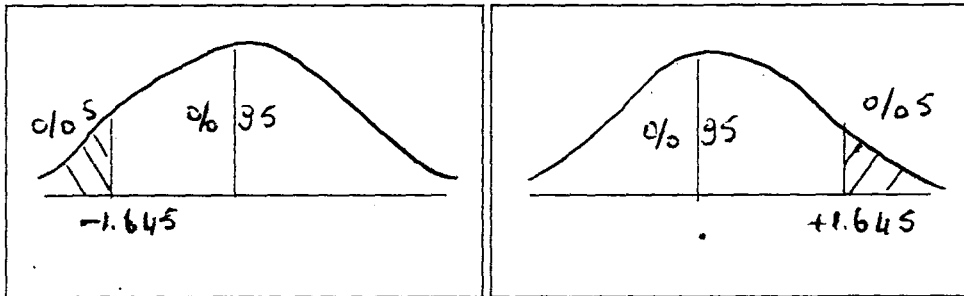
Tek taraflı test yapılması durumunda sıfır hipotezini red alanının ilgili örneklem dağılımının hangi ucunda yer alacağı, çekilen örnek istatistiğinin değerine bağlıdır.²⁷

Çift taraflı bir hipotez testinde örnek istatistiği standardize edildiğinde, bulunan değer şekil 4.5.2 deki taraflı alanlara düşerse H_0 reddedilir.



Şekil 4.5.2 Çift taraflı.

Tek taraflı hipotez testinde ise, %5 ya da %1 güven sınırı, dağılımın tek tarafında yer alır. Normal dağılım tablosundan bu sınırların %5 için 1.65, %1 için 2.33 değerleri olduğu anlaşılır. Şekil 4.5.3 de %5 güven sınırının tek taraflı hipotez testinde kullanılışı görülmektedir.



Şekil 4.5.3 Tek taraflı.

²⁶ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 220.

²⁷ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Dç.Dr.A.Fuat YÜZER, Öğr.Gör.Dr.Embiya AĞAOĞLU, a.g.e., s. 252.

Çift taraflı testte olduğu gibi, tek taraflı testte de, standardize edilen örnek istatistiğinin taralı alanlara düşmesi halinde sıfır hipotezi reddedilecektir. Yukarıdaki hipotez testlerinde örnek istatistiğinin normal dağılıma uyduğu varsayılmaktadır.

Ana kütle ve örnek istatistiğinin dağılımlarının şekli uygulanacak testlerde bazı farklılıklar meydana getirecektir. Ancak dağılım şeklinin bilinmediği ya da bu konuya ilişkin bir varsayım yapılmadığı hallerde, yukarıda anlatılan parametrik hipotez testi teknikleri uygulanamaz. Onların yerine parametrik olmayan (nonparametrik) tekniklerden yararlanmak gerekir.²⁸

4.5.4 Tek ya da çift taraflı testin kullanım kararı

Verilmesi istenen karar, örneğin yeni geliştirilen bir üretim sisteminin işletmede uygulanıp uygulanmaması ile ilgili ise, tek taraflı testin tercih edilmesi yerinde olacaktır.

Geliştirilen üretim sistemi eskisine göre gerçekten daha üstün olmadıkça, hiçbir yönetici bunu işletmesinde uygulamak istemeyecektir. Buna karşılık, problem örneğin bir paketleme makinesinin normal çalışıp çalışmadığını karşılaştırmak ise, çift taraflı bir testin tercih edilmesi uygun olacaktır.

Paketlerin belirlenen standart ağırlıktan anlamlı bir şekilde farklı (standarttan daha hafif ya da daha ağır) olması, aynı sonucu, paketleme makinesinin iyi çalışmadığını gösterecektir.²⁹

Testlerle ilgili kritik değerler, Ek-2 'de yer alan tablodan faydalanmak sureti ile tesbit edilebilir. Ancak burada yer alan değerler çift taraflı testlerde doğrudan doğruya uygulanabilir.

Tek taraflı testlerle ilgili belirli bir ihtimal eşliğindeki kritik değeri elde edebilmek için, kabul edilen hata payının (α hatasının) iki katına bakmak lazımdır. Mesela, 0.01 ihtimali sütununda yer alan 2.576 rakamı, çift taraflı bir testin %1 mana seviyesindeki kritik değerini ifade etmektedir.

Tek taraflı yine %1 mana seviyesindeki kritik değer 0.02 ihtimal sütunundaki 2.326 değeri olacaktır. Bu tablodaki değerlerden faydalanırken, örneklem dağılımı normal bir dağılım ise, sonsuz serbestlik derecesine bakılacaktır.³⁰

ÖRNEK 1.

Sigara imal eden bir fabrikada paketlerdeki sigara sayısının tam olarak 20 olup olmadığını belirlemek için örneklemeye başvurulmuş ve 225 paket sigara rastgele seçilmiştir. Paketlerdeki ortalama sigara sayısı 19.4 ve standart sapma 1.7 olarak hesaplandığına göre, sigara paketleme makinesinde bir arıza olup olmadığını %5 anlamlılık düzeyi için test ediniz.

²⁸ Doç.Dr.Orhan İDİL, a.g.e., s. 210.

²⁹ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Dç.Dr.A.Fuat YÜZER, Öğr.Gör.Dr.Embiya AĞAOĞLU, a.g.e., s. 253.

³⁰ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 222.

ÇÖZÜM

$$H_0 : \mu = 20 \text{ sigara}$$

$$H_1 : \mu \neq 20 \text{ sigara } \alpha = 0.05 \quad \text{Red bölgesi: } Z > 1.96$$

$$\sigma_s = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{1.7}{\sqrt{225}} = 0.113$$

$$z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma_s} = \frac{19.4 - 20}{0.113} = 5.31$$

Karar : $5.31 > 1.96$ olduğundan H_0 reddedilir. (sigara paketleme makinesinde arıza vardır.)

ÖRNEK 2

Bir ilaç fabrikası yöneticileri yeni çıkardıkları bir ilacın %90 etkili olduğunu iddia etmektedirler. Bu ilaç 50 kişilik bir hasta grubuna verilmiş ve 44 kişide iyileşme görülmüştür. Firma yöneticilerinin iddialarında haklı olduklarını söylemek mümkün müdür? %5 anlamlılık düzeyine göre test ediniz.

ÇÖZÜM

$$H_0 : \Pi = 0.90$$

$$H_1 : \Pi < 0.90$$

$$\alpha = 0.05 \rightarrow \text{Red bölgesi : } Z > 1.64$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{P \cdot Q}{n}} \quad Z = \frac{P - Q}{\sigma_p}$$

Formüllerde,

Q : Ana kütle bilinen oranını

n : Örneklem hacmini

P : Örneklem oranını

ifade etmektedir.

$$Q = \frac{44}{50} = 0.88$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{0.9 \cdot (1 - 0.9)}{50}} = 0.042$$

$$Z = \left| \frac{0.88 - 0.90}{0.042} \right| = 0.48$$

Karar : $0.48 < 1.64$ olduğundan H_0 kabul edilir. (Firma yöneticileri iddialarında haklıdır.)

4.6 Varyans Analizi

Varyans bir değişkenlik ölçüsüdür; standart sapmanın karesidir (σ^2). Varyans analizi, esas itibari ile serilerin toplam varyansını herbiri ayrı bir değişkenlik kaynağına bağlı unsurlara bölerek bunlar arasında anlamlı bir fark bulunup bulunmadığını araştırmak, dolayısı ile çeşitli kaynakların önemine nüfuz etmek amacı ile kullanılır.

Varyanslar arasında karşılaştırma yaparak F testi adı verilen teste göre hüküm verme esasına dayanan bu tekniği, mesele uygun şekilde formüle edilmek sureti ile ortalamalar için bir test (anlamlılık testi) tekniği olarak kullanmak da mümkündür ve bu durum aşağıda bir örnek yardımı ile açıklanacaktır.³¹

Bir fabrikanın dört ayrı atölyesinde ayakkabı imal edilmekte ancak atölyelerde farklı makineler kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda her atölyedeki günlük ayakkabı miktarı gösterilmiştir. Buna göre atölyelerde imal edilen günlük ortalama ayakkabı miktarı arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını inceliyelim.

Atölyelerde İmal Edilen Günlük Ayakkabı Miktarı

Gün	1.Atölye	2.Atölye	3.Atölye	4.Atölye
1	20	17	21	23
2	18	18	24	22
3	22	17	23	24
4	19	19	25	20
5	20	19	22	21
6	17		20	19
7	23		19	25
8	25			24
9	22			25
10	24			17

³¹ Prof.Dr.Kenan GÜRTAN, a.g.e, s. 787.

Bu olayda günlük üretim miktarlarının farklı olması nedeni ile oluşan toplam varyans iki nedenden kaynaklanmaktadır. Bu nedenler değişik atölyelerde farklı makinelerin kullanılması ve aynı makinede yapılabilen günlük üretimlerinde farklı olabilmesidir. Toplam varyans, 4 ayrı atölyedeki 4 kısmi seriden oluşan serinin varyansdır. Yani yukarıdaki verileri tek bir seri olarak düşünüp, varyansı hesaplanırsa toplam varyans bulunur.

Toplam varyansın bir kısmı atölyelerdeki farklı makineler nedeni ile ortaya çıkmaktadır. Farklı makineler nedeni ile ortaya çıkacak bu varyans atölyeler arasındaki varyansın hesaplanması ile bulunur ve " sütunlar arası " varyans adını alır.

Toplam varyansın bir kısmı da, tesadüflerden meydana gelmektedir. Böylece oluşan varyans her bir atölyenin yani **sütun içindeki** varyans olarak adlandırılır.

Sütunlar arasındaki varyans, sütunlar içindeki varyanstan anlamlı bir şekilde büyükse günlük ayakkabı üretiminde meydana gelen dalgalanmalar atölyelerdeki farklı makinelerden ileri gelmektedir.

Karşıt olarak, sütunlar arasındaki varyansla sütunlar içindeki varyans arasındaki farkın anlamlı olmaması durumunda, farklı üretim miktarlarının tesadüfi nedenlerden kaynaklandığına karar verilir. Bu kararın verilmesinde yararlanılan F testi ile ilgili hipotezler aşağıda verilmiştir.

Sıfır hipotezi : $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

Her atölyede imal edilen günlük ortalama ayakkabı miktarı birbirine eşittir.

Alternatif hipotez : $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$

En az iki atölyede imal edilen günlük ortalama ayakkabı miktarı birbirinden farklıdır, şeklinde kurulur.

Sıfır hipotezinin reddi için en az iki ortalamanın farklı olması yeterlidir. Test sonucu sıfır hipotezi kabul edilirse bu dört grubun aynı ana kütleden geldiği anlaşılabacaktır.

Yapılacak test için F değerinin hesaplanması gerekmektedir. F değerinin bulunabilmesi için sütunlar arasındaki varyans (σ_A^2), sütunlar içindeki varyansa (σ_B^2) bölünmelidir.

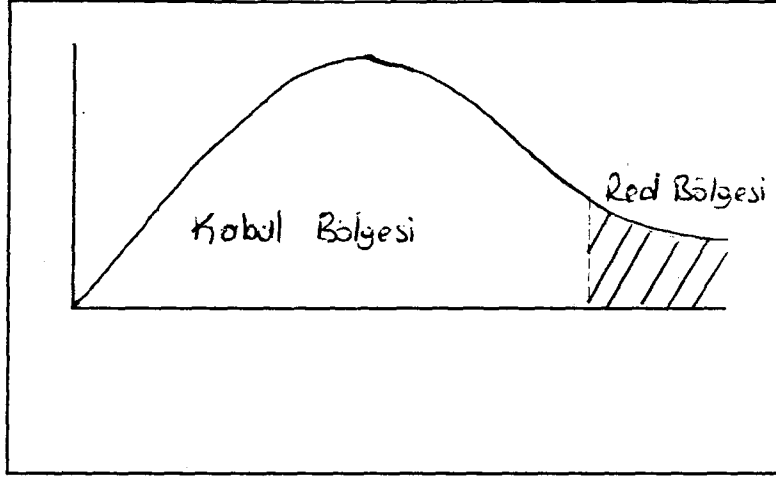
$$F = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_B^2}$$

Böylece, F iki bağımsız varyans arasında bir oran olarak tarif edilir.

Pay ve paydanın serbestlik derecelerine ve 0.05, 0.01 gibi ihtimal kademelerine göre tesadüflerden ileri gelebilecek F değerlerinin üst sınırını gösteren F dağılımı tablosuna bakılır. (Ek - 3)

Eğer bulunan F değeri, tablo F değerinden büyükse, diğer bir ifade ile red bölgesinde kalıyorsa sıfır hipotezi reddedilip, alternatif hipotez kabul edilir.

Hesaplanan F değeri tablo F değerinden küçük ise, yani kabul bölgesinde kalıyor ise, sıfır hipotezi kabul edilerek, alternatif hipotez reddedilir.³²



Şekil 4.6.1 Tablo F değerine göre kabulde ret alanları.

4.6.1 Varyans tahmini

Varyans analizinin dayandığı varsayıma göre grupların (örneklemelerin) ait oldukları ana kütlelerin varyansları birbirlerine eşittir.³³

Yukarıda teorik olarak anlatmaya çalıştığımız varyans analizinde tahminin yapılabilmesi için bazı eşitliklere ihtiyaç vardır.

N : Toplam veri sayısı

k : Sütun sayısı .

n : Sütundaki veri sayısı

olmak üzere, sütunlar arası, sütun içi ve toplam varyansın hesaplanmasında yararlanılan eşitlikler ve serbestlik dereceleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Değişkenlik Kaynağı	Sapmaların Kareleri Toplamı	Serbestlik Dereceleri	Tahmini Varyans
Sütunlar arası	$\sum_{j=1}^k [n(\bar{x}_j) - N]^2$	$\nu_1 = k - 1$	$\frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k [n(\bar{x}_j) - N]^2$
Sütunlar içi	$\sum_{j=1}^k \left[\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \right]$	$\nu_2 = N - k$	$\frac{1}{N-k} \sum_{j=1}^k \left[\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \right]$
Toplam	$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \mu)^2$	$\nu = N - 1$	

³² Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Dç.Dr.A.Fuat YÜZER, Öğr.Gör.Dr.Embiya AĞAOĞLU, a.g.e., s. 359.

³³ Prof.Dr.Özer SERPER, a.g.e, s. 199.

Ayakkabı fabrikasının 4 ayrı atölyesinde günlük ortalama ayakkabı üretimi arasında anlamlı bir farkın bulunup bulunmadığını %5 anlamlılık düzeyinde test edelim.

Bunun için varyans analizi uygulamamız gerekmektedir. Hipotezler :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

1.Atö lye		2.At lye ö		3.At lye ö		4.At lye ö		Sapm a kar eleri		
x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²	Süt.i ç	Top	Sütar
20	400	17	289	21	441	23	529			
18	324	18	324	24	576	22	484			
22	484	17	289	23	529	24	576			
19	361	19	361	25	625	20	400			
20	400	19	361	22	484	21	441			
17	289			20	400	19	361			
23	529			19	361	25	625			
25	625					24	576			
22	484					25	625			
24	576					17	289			

	1.At.	2.At.	3.At.	4.At.	Top.
	210	90	154	220	674
	10	5	7	10	32
	21	18	22	22	21.06
	4472	1624	3416	4906	14418
	4410	1620	3388	4840	14916
	62	4	28	66	160

Sapmaların Kareleri Toplamı ;

Toplam Sapmaların Kareleri Toplamı ;

$\sum_1^N (x - \mu)^2$ ya da kısa yoldan,

$$\sum_1^n x^2 - \mu \sum_1^N x = 14418 - 21.06 \cdot 674 = 221.4$$

olarak bulunur.

Serbestlik derecesi : $V = N - 1 = 32 - 1 = 31$ dir.

Sütunlar arasındaki sapmaların kareleri toplamı :

$$\begin{aligned} \sum_1^k [n(\bar{x} - \mu)^2] &= 10 \cdot (21 - 21.06)^2 + 5 \cdot (18 - 21.06)^2 + 7 \cdot (22 - 21.06)^2 \\ &\quad + 10 \cdot (22 - 21.06)^2 = 61.9 \end{aligned}$$

Serbestlik derecesi : $V_1 = k - 1 = 4 - 1 = 3$ olur.

Sütunlar içindeki sapmaların kareleri toplamı :

$\sum_1^k [\sum x - \bar{x} \cdot \sum x]$ ya da kısa yoldan

$$\begin{aligned} \sum_1^k [\sum x^2 - \bar{x} \cdot \sum x] &= (4472 - 21 \cdot 210) + (1624 - 18 \cdot 90) + (3416 - 22 \cdot 154) \\ &\quad + (4906 - 22 \cdot 220) = 160 \text{ olarak bulunur.} \end{aligned}$$

Serbestlik derecesi : $V_2 = N - k = 32 - 4 = 28$ dir.

Toplam sapmaların kareleri toplamı, sütunlar arası ve sütunlar içindeki sapmaların kareleri toplamına eşit olduğundan,

$$\begin{aligned} \sum (x - \mu)^2 &= \sum (\bar{x} - \mu)^2 + \sum (x - \bar{x})^2 \\ 221.9 &= 61.9 + 160 \\ 221.9 &= 221.9 \end{aligned}$$

olur. Bu işlemle hesaplamanın doğruluğu kontrol edilir.

Tahmini varyanslar :

$$\text{Sütunlar arası} \quad \sum_{j=1}^k \frac{[n(\bar{x}_j - \mu)^2]}{k-1}$$

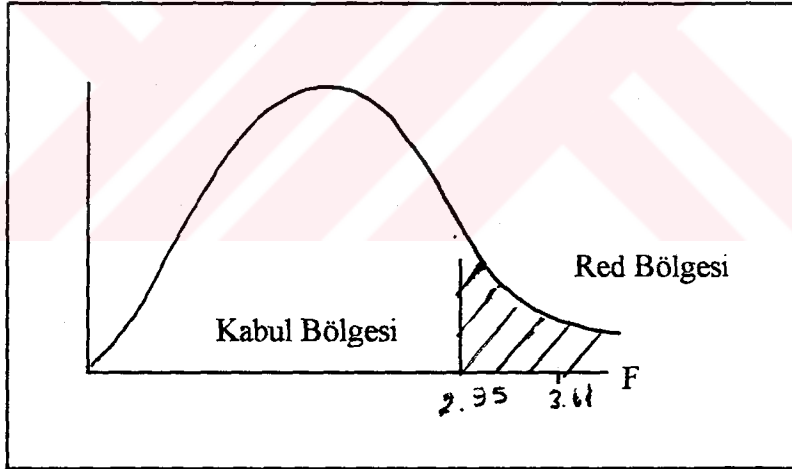
$$\sigma^2_A = \frac{51.9}{3} = 20.6$$

$$\text{Sütunlar içi} \quad \sum_{j=1, i=1}^k \frac{[n(x_i - \bar{x}_j)^2]}{N-k}$$

$$\sigma^2_B = \frac{150}{28} = 5.7$$

$$F = \frac{\sigma^2_A}{\sigma^2_B} = \frac{20.6}{5.7} = 3.61$$

F değeri hesaplandıktan sonra, bu değer tablo F değeri ile karşılaştırılarak hipotezler hakkında karar verilir. F formülünde payın serbestlik derecesi $V_1 = 3$ paydanında $V_2 = 28$ dir. Serbestlik dereceleri dikkate alınarak %5 anlamlılık düzeyinde tablo F değeri $F_{0.05} = 2.95$ dir.



Şekil 4.6.1

Hesaplanan F değeri ile tablo F değerinin grafik üzerinde gösterimi $F = 3.61 > F_{0.05} = 2.95$ olduğundan, yani hesaplanan F değeri red bölgesinde bulunduğundan, H_0 hipotezi reddedilerek H_1 hipotezi kabul edilir.

O halde 4 ayrı atölyede üretilen günlük ortalama ayakkabı üretiminde anlamlı bir farklılık vardır. Ortalamalar arasındaki farklılık tesadüflerden ileri gelmemektedir. Atölyelerde ayakkabı üretiminde kullanılan farklı makineler, günlük ortalama üretimde farklılığa neden olmaktadır.

4.7 Ki - Kare (X^2) Dağılımı

$N(\mu, \sigma^2)$ dağılımına sahip bir ana kütleden tesadüfi olarak çekilmiş n birimlik örnek için hesaplanan varyansla ilgili belli tahminler (isabet derecesi belirlenmiş tahminler) yapılabilmesi için, s^2 nin örnekleme dağılımı hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Faydalanılacak dağılım doğrudan doğruya s^2 lerin değil, bunların ana kütle varyansına olan oranlarıdır. Söz konusu olan oran X^2 (ki-kare) olarak adlandırılmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. ³⁴

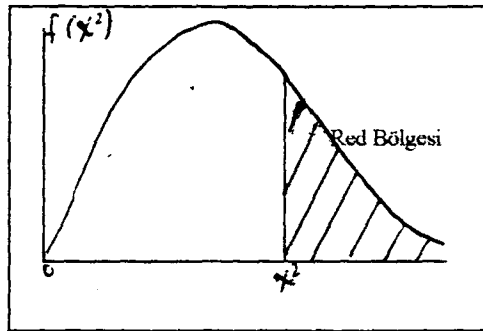
$$x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sigma^2}$$

Hangi olayda olursa olsun, gözlemlenen (fiili) durumun beklenen (teorik) duruma uygun olup olmadığını tesbit edebilmek, yani aradaki farkı tesadüfi sebeplere yükleyecek kadar küçük olup olmadığına karar verebilmek için Ki-Kare testi fiili frekanslarla, teorik frekanslar arasında karşılaştırma yapmak esasına dayanır.

Şayet bu iki (fiili ve teorik) frekans dağılımı arasındaki fark, numune değerleri üzerinde rol oynayan tesadüfi faktörlere (hatalara) yüklenebilecek kadar küçük ise, ileri sürülen hipotez kabul edilir. Aksi halde aradaki fark tesadüfi (ihtimali) seçimin neden olduğu tesadüfi hatalara yüklenemeyecek kadar büyük olacağından anlamlı bir fark sayılacak ve hipotez reddedilecektir. ³⁵ Kurulan hipotezin reddedilmesi ya da kabul edilmesi konusunu Özer Serper şu şekilde anlatmıştır.

X^2 değerinin yorumunda serbestlik derecesi yanında ayrıca anlamlılık düzeyi de dikkate alınır. %0.1, ... %20 gibi anlamlılık düzeyleri ve 1...60 gibi serbestlik derecelerine göre düzenlenmiş tablo (Ek-4) yorumlarda gözönünde tutulur.

Formül yardımı ile hesapladığımız X^2 değeri, (V) serbestlik derecesi ve belirli anlamlılık düzeyine göre tablodaki değerden büyük olduğunda, gerçek ve teorik frekans serileri arasındaki fark " önemli (anlamlı) " kabul edilir. Çünkü bu farkın rassal olarak meydana gelmesi olasılığı azdır. Buna karşılık, hesaplama sonucu elde bulunan X^2 değeri tablodaki değerden küçükse, söz konusu fark önemli kabul edilmez. ³⁶



Şekil 4.7.1 Ki-kare ve ret alanı

³⁴ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, Yrd.Dç.Dr.A.Fuat ÖZER, Öğr.Gör.Dr.Embiya AĞAOĞLU, a.g.e., s. 361,225.

³⁵ Prof.Dr.Kenan GÜRTAN, a.g.e., s. 764.

³⁶ Prof.Dr.Özkan SERPER, a.g.e, s. 165.

4.7.1 X^2 ile ilgili güven sınırları

X^2 tablosundan faydalanmak sureti ile X^2 için, tıpkı normal dağılımda olduğu gibi %95, %99 ya da başka güven sınırları belirlenebilir.

Ki-Kare dağılımının her iki ucunda %2.5'lik alanların kalmasını sağlayan X^2 değerlerini $X^2_{0.025}$ ve $X^2_{0.975}$ ile istediğimiz taktirde, %95 güven aralığı

$$x^2_{0.025} < \frac{n_s^2}{\sigma^2} < x^2_{0.975} \quad \text{olacaktır.}$$

Ana kütle standart sapmasının aşağıdaki limitler arasında bulunacağından %95 güvenli olabiliriz.

$$s \cdot \frac{\sqrt{n}}{x^2_{0.975}} < \sigma < s \cdot \frac{\sqrt{n}}{x^2_{0.025}}$$

Serbestlik derecesinin büyük ($V > 30$) olması halinde ($\sqrt{2x^2} - \sqrt{2v-1}$) değerinin, aritmetik ortalaması (0) ve standart sapması (1) olan normale çok yakın bir bölünmeye sahip olduğu kabul edilerek, normal bölünme tabloları kullanılabilir.

X^2_s ile z_s değerleri sırasıyla X^2 bölünmesi ile normal bölünmenin s 'inci santilleri olarak kabul edilirse,

$$x^2_s = \frac{1}{2} \left(z_s + \sqrt{2v-1} \right)^2$$

eşitliği sözkonusu olacaktır.

Serbestlik derecesi

(V) sembolü ile belirtilen bir istatistiğin serbestlik derecesi, örnekteki birim sayısı (n) ile örneğe dayanılarak tahmin edilecek olan ana kütle parametre sayısı (k) arasındaki fark olarak belirlenmektedir. Yani;

$$V = n - k \text{ 'dır.}$$

X^2 de tahmini söz konusu olan bir tek parametre olduğundan σ serbestlik derecesi,

$$V = n - k = n - 1 \text{ dir.}$$

4.7.2 Kontenjans Tablosu

Fili frekansların birden fazla sıra ve sütun halinde gösterildikleri tablolara *kontenjans tablosu* denilmektedir.

Bir kontenjans tablosunda yer alan her fiili frekans için ihtimal kanunlarına uygun ve herhangi bir hipoteze tabi olarak hesaplanan teorik frekans olacaktır.

Kontenjans tablosunun hücresinde yer alan bu frekanslara hücre frekansları, her sıra ya da sütundaki toplam frekansa marjinal frekans (nihai frekans) denilmektedir.

Fiili ve teorik frekanslar arasındaki uyumun araştırılmasında

$$\chi^2 = \sum \frac{(F_i - T_i)^2}{T_i}$$

istatistiği hesaplanır.

Toplam, kontenjans tablosunun bütün hücreleri için alınır. F_i ile T_i sembolleri i'inci hücredeki fiili ve teorik frekansları göstermektedir. ³⁷

χ^2 fonksiyonu **sürekli** bir fonksiyondur. Oysa kontenjans tablolarından hesaplanabilecek teorik frekansların sayısı sınırlıdır. Bu sebeple kesikli bir fonksiyon daha uygun düşer.

Örneklem hacmi yeterince büyük olduğunda, kesikli bir bölünmenin sürekli bir bölünmeye yaklaşık olduğunu kabul etmek, genellikle sonuçlarda fazla hata meydana getirmemektedir.

Ancak güvenilir yorumlar yapabilmek için, teorik frekansların hiç olmazsa 5 olması gerekir. Teorik frekanslar arasında 5' ten küçük olan değerlere rastlandığında, birbirine yakın sınıflar birleştirilerek bu frekanslar büyütülebilir.

Serbestlik derecesinin 2' den büyük olması halinde tek bir teorik frekansın 5'den büyük olması kabul edilebilir. Ancak bu durumda yorum için sadece %5 anlamlılık düzeyi dikkate alınır.

Teorik frekansların çok küçük olduğu hallerde χ^2 formülü için **Yates Düzeltmesi** kullanılır. ³⁸

$$\chi_d^2 = \sum \frac{(|F - T_i| - 0.5)^2}{T_i}$$

4.7.3 Ki-Kare Testi'nin uygulanması için gereken koşullar

1- Her bir gözlem ya da frekans diğer gözlemlerin tümünden bağımsız olmalıdır.

2- Gerçek ve beklenen frekanslar arasındaki farkın normal dağılıma sahip olması amacıyla örneklem hacmi N yeter derecede büyük olmalıdır. Uygulamada $N > 50$

³⁷ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 250.

³⁸ Prof.Dr.Özer SERPER, a.g.e., s. 165.

olacağını söyleyebiliriz.

3- Göze frekansı küçük olarak beklenmeyecektir.

Uygulamada (daha önce de belirtildiği gibi) 5'e küçük bir sayı gözü ile bakılır. 10 daha iyi olarak düşünülür. Göze frekanslarının bu limitlerin altına düşmesi halinde bunların tümü bir tek göze içine aktarılacaktır.³⁹

4.7.4 Konu ile ilgili örnekler

Örnek

Madeni bir para 300 defa atılmış 140 defasında yazı, 160 defasında tura gelmiştir. Madeni paranın hileli olmadığı hususundaki hipotezi %5 mana seviyesini kullanarak test edelim.

Çözüm

İhtimal kanunlarına göre hileli olmayan bir madeni paranın 300 defa atılışında 150 defasında yazı, 150 defasında da tura gelmesi beklenebilir. Yani teorik frekanslar $T_1 = 150$ ve $T_2 = 150$ olacaktır. Fiili frekanslar $F_1 = 140$ ve $F_2 = 160$ olarak elde edilmiştir.

$$X^2 = \frac{(F_1 - T_1)^2}{T_1} + \frac{(F_2 - T_2)^2}{T_2}$$

$$X^2 = \frac{(140 - 150)^2}{150} + \frac{(160 - 150)^2}{150} = 1.33$$

Sınıf sayısı iki (tura ve yazı) olduğundan $k = 2$ dir.

Serbestlik derecesi; $\nu = k - 1 = 1$

$\nu = 1$ için $\chi_{0.95}^2 = 3.84$ 'dür.

$\chi^2 < \chi_{0.95}^2$ olduğundan,

%1 mana seviyesinde madeni paranın hilesiz olduğu hipotezi kabul edilir.

4.8 Pareto Analizi

Pareto analizi kalite değişkenliğine yol açan sebeplerin önem derecelerine göre sıralanarak düzeltici faaliyetlerin öncelikle hangi alanlara yöneltilmesi gerektiği konusunda yol gösteren bir tekniktir. Buna göre kusurların büyük bir yüzdesini bir kaç neden oluşturmaktadır. Bu nedenlere öncelik verilip ortadan kaldırıldıklarında ya da azaltıldıklarında bunların yol açtığı kayıplar da azalacaktır.⁴⁰

³⁹ Prof.Dr.Fikri AKDENİZ, Olasılık ve İstatistik, Ankara Üniv. Fen Fak. Yayınları, Ankara, 1984, s. 399.

⁴⁰ Kordsa Eğitim Notları, 1989, s. 41.

Pareto kuralının gereğini daha iyi anlamak için iki parkinson kanunundan söz etmekte fayda vardır.

- 1- İnsan zekası büyük sayılarla uğraşmaktansa küçük sayılarla uğraşmayı yeğler.
- 2- İnsanlar kesirli sayılarla uğraşmaktansa yuvarlak sayıları yeğler.

Bu olgu nedeni ile problem çözümlerinde işletme için önemli konular her zaman öncelikli olmamaktadır.

Pareto kuralı, bu yanılgıları önlemek amacı ile yapılan araştırmalar sonucu, aşağıdaki istatistiki gerçekler üzerine kurulmuştur.

Nedenlerin küçük bir bölümü, sonuçların çoğunluğunu, oluşturmaktadır.

Bu kuralın sayılarla açıklanması ise şöyledir:

- a- Nedenlerin önemli %20'si, sonuçların %80'inini
- b- Daha sonra gelen %30'u, sonuçların %15'ini
- c- Ve geri kalan %50'si, sonuçların %5'ini oluşturur.⁴¹

4.8.1 Pareto diyagramının hazırlanması

1- Öncelikle sınıflandırmaya esas faktör-kusur türleri, kusur nedenleri, faaliyet konuları, ürünler, hasarlar gibi belirlenmelidir. Ayrıca verilerinde pareto diyagramı sınıflandırmasına olanak sağlayacak şekilde kaydedilip düzenlenmiş olması gerekir.

2- Pareto analizinin kapsadığı dönemin belirtilmesi gerekir. Bunun için önerilen bir dönem uzunluğu yoktur. Ancak bu sürenin bir hafta, iki hafta, bir ay, üç ay gibi dönemlerle gösterilmesi tavsiye olunmaktadır. Bununla beraber günlük, iki günlük ya da dört saatlik verileri kapsayan diyagramlarında hazırlanabileceği durumlar olabilir.

3- Diyagramda yer alan her faktör için ilgili frekanslar belirlenir. Azalan büyüklüklere göre diyagrama aktarılır.

4- Faktörlere ait yüzdeler toplanarak birikimli değerlere ilişkin eğri çizilir.

5- Diyagrama başlık verilmesi ve veri kaynağının yazılması bilgilerin saklanması yönünden önemlidir.

4.8.2 Pareto diyagramlarından yararlanma

1- Pareto diyagramları, geliştirme faaliyetleri için ilk adımdır.

2- Pareto analizleri her alandaki geliştirme çabalarını yönlendirmek için kullanılabilir.

3- Pareto diyagramları, geliştirme çabalarının sonuç verip vermediğini gösterirler.

⁴¹ Yıldız Teknik Üniv. Sosyal Bilimler Ens. İşletme Politikaları Ders Notları, Yrd.Doç.Dr.İsmail DALAY.

Pareto diyagramlarının sağladığı yararları özetlersek :

a- En önemli problem belirlenecektir.

b- Bir bakışta önem sırası görülebilecektir.

c- Bütün faktörler içinde ilgilenilen faktörün önem oranı görülebilecektir.

d- Görsel etki yolu ile ikna gücü artacaktır.

e- Karmaşık hesaplara gerek duymadan kolayca hazırlanabilir.

f- Geliştirme çabalarının sonuçları açıklıkla gözlenebilecektir.⁴²

ÖRNEK

Bir işletmenin yıllık giderlerinin Pareto kuralı ile analizi aşağıdadır.

Finansman giderleri	:	4.300.000 T.L.
Malzemegiderleri	:	56.700.000 T.L.
Gümrük giderleri	:	900.000 T.L.
Komisyon giderleri	:	1.800.000 T.L.
İşçilik giderleri	:	25.300.000 T.L.
Sigorta giderleri	:	700.000 T.L.
Enerji giderleri	:	7.800.000 T.L.
Satış giderleri	:	2.700.000 T.L.
Büro giderleri	:	1.200.000 T.L.
Haberleşme giderleri	:	400.000 T.L.

Bu işletmenin giderlerini Pareto analizine göre sıralanırsa :

GİDER CİNSİ	TUTAR (M)	Kum.Toplam	KUM %
Malzeme Giderleri	56.7	56.7	55.6
İşçilik Giderleri	25.3	82.0	80.6
Enerji Giderleri	7.8	89.8	88.2
Finansman Giderleri	4.3	94.1	92.4
Satış Giderleri	2.7	96.8	95.1
Komisyon Giderleri	1.8	98.6	96.9
Büro Giderleri	1.2	99.8	98.0
Gümrük Giderleri	0.9	100.7	98.9
Sigorta Giderleri	0.7	101.4	99.6
Haberleşme Giderleri	0.4	101.8	100.0

⁴² Kordsa Eğitim Notları, 1989, s. 8.

Bu sıralama incelendiğinde giderlerin %20'sini oluşturan 1 ve 2 nolu giderlerin toplam giderlerin %86. 6'sını daha sonra gelen %30'unun (3,4,5 nolu giderler) toplam giderlerin %14.5'ini ve geri kalan %50'sinin (6,7,8,9,10) de toplam giderlerin sadece %4.9'unu oluşturduğu görülmektedir.

Başka analizlerde bu yüzdeler farklı çıkabilir. Ancak, normal bir dağılımda benzer yüzdelerin çıktığı görülmektedir.

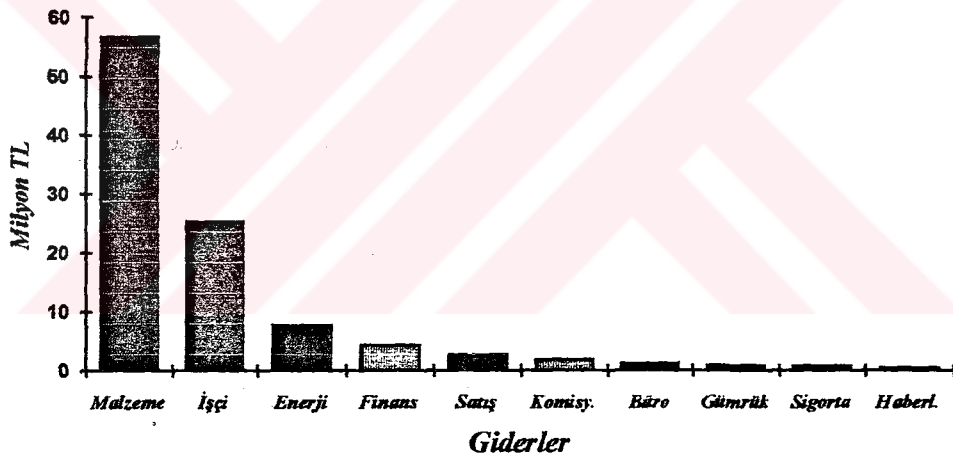
Bundan nasıl yararlanabiliriz ?

Örneğin, giderlerin azaltılması ve maliyetlerin düşürülmesini amaçlıyorsak ; malzeme ve işçilik giderlerinde %10'luk bir kısıntı bize 6,7,8,9 ve 10'uncu harcama kalemlerinin tümünden daha çok bir kazanç sağlayacağını görürüz.

Halbuki bazı işletmelerde harcamaların azaltılması çalışmaları büro ve haberleşme harcamalarından başlatılmakta ve büyük harcamalar unutulmaktadır.

Yukarıdaki örneğin Pareto grafiği şekil 4.8.1' de görülmektedir.

Pareto grafikleri, stok seviyelerinin, ödemelerin önceliklerini belirlemede, bunların analizlerinin personel, kalite kontrol gibi birçok alanda uygulanabilen yararlı bir problem çözüm aracıdır. ⁴³



Şekil 4.8.1

4.9 Sebep-Sonuç (Balık Kılçığı) Diyagramları

Matematiksel yöntemler ve bilgisayarlar yöneticilere problem çözme ve karar vermede en etkin yardımcı olarak düşünülmüştür. Ancak günümüzde yöneticiler bilgisayarları kullanarak problem çözmenin en etkin yol olmadığını görmeye başlamışlardır. Bilgisayar destekli çözümler yerine oldukça basit yönetim tekniklerine geri dönüş gözlenmektedir.

⁴³ Yıldız Teknik Üniv. Sosyal Bilimler Ens. İşletme Politikaları Ders Notları, Yrd.Doç.Dr.İsmail DALAY.

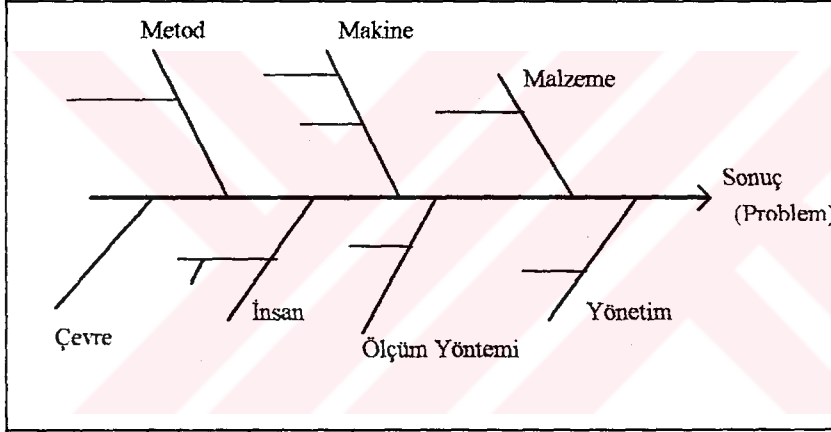
Sebep-sonuç diyagramı da problem çözmede yararlanılan basit ancak etkin yöntemlerden biridir. ⁴⁴

Sorunlar ya da sonuçlar kendiliğinden oluşmaz. Bunların oluşmasını sağlayan nedenler vardır.

Bir proje ya da problem belirlendikten sonra, ana nedenler sıralanıp bunların analizine geçilir. Bu aşama sorunu çözecek takımın tüm üyelerinin katıldığı bir beyin fırtınasında gerçekleştirilir. (Bkz. Bölüm 7.12)

Bu seanslarda, takım yöneticisi, olası nedenleri mantıksal sıralamada güçlük çekebilir. Takım, olası nedenleri sıralamaktansa, belirli bir sıra izlemeden daha kolaylıkla çözüme ulaşabilir. Açık ve yargısız bir görüşme sağlanması için sebep-sonuç diyagramlarından yararlanılır.

Bu yöntemde bir prosesteki ana etkenler, yatay bir çizgiye çapraz çizgilerle bağlanarak gösterilir. Bu ana nedenlere bağlı ikinci derece etkenler de çapraz çizgiler üzerine çizilerek, başka çizgilerle gösterilerek, tüm olası nedenler şema üzerinde gösterilir. ⁴⁵



Sebep-sonuç analizi yolu ile,

- 1- Problem çözme sürecinin daha düzenli hale getirilmesi,
- 2- Problem hakkında bütün bilinenlerin ortaya konması,
- 3- Bilinenlerden bilinmeyenlere doğru sistematik yaklaşım,
- 4- Problemle doğrudan deneyimi olan kişilerin uzmanlığından yararlanma, mümkün olabilmektedir.

Sebep-sonuç diyagramlarının yararları ;

- 1- Sebep-sonuç diyagramları eğiticiidir.
- 2- Sebep-sonuç diyagramları kullanılarak veri toplanabilir.

⁴⁴ Kordsa Eğitim Notları, 1989, s. 47.

⁴⁵ Yıldız Teknik Univ. Sosyal Bilimler Ens. İşletme Politikaları Ders Notları, Yrd.Doç.Dr.İsmail DALAY.

3- Sebep-sonuç diyagramları teknolojik düzeyin göstergesidir.

4- Sebep-sonuç diyagramları her tür problemin analizi için kullanılabilir. ⁴⁶

4.10 İstatiksel Kalite Kontrolü

Günümüzde **kalite kontrolü** işletme yönetiminin her safhasında büyük önem taşıyan bir faaliyettir. Bir işletme sattığı ve satın aldığı mallara kalite kontrolü uygulayabilir. Kalite kontrolü denildiğinde;

1- Üretim için gelen hammadde ve malzemenin kontrolü,

2- Üretilen malın performansının kontrolü anlaşılmalıdır.

Hemen akla gelebileceği gibi **kalite**, kullanım alanı oldukça geniş ve anlamı kullanıldığı yere göre fark gösteren bir deyimdir. Kalite kontrolunda, kontrol edilecek kalite **amaca uygunluk** derecesidir.

Üretim işlemlerinde bir malın kalitesi **tasarım** ve **uygunluk** kalitelerinin bileşimi olarak kabul edilebilir. Tasarım kalitesi, malın fiziksel yapı ve özelliklerinin amaca uygunluğunun bir göstergesidir.

Dizayn kalitesi içinde maliyet ve yerine göre tüketici tercihlerinin de önemi vardır. Uygunluk kalitesi ise dizayn kalitesi ile belirlenen özelliklere uyma derecesidir. Kalite kontrolunun etkinliğinin artması, uygunluk derecesinin yükselmesine yol açacaktır. ⁴⁷

4.10.1 Kontrol diyagramları

Bir üretim prosesinin temel amacı spesifikasyonlara uygun mamul üretmektir. İmalat planlaması ile elde edilen yeterli proses düzeyinin korunabilmesi ancak etkin bir proses kontrolü ile sağlanabilmektedir.

Proses kontrolünün istatistik yöntemlerle ekonomik ve güvenilir biçimde gerçekleştirilmesinde kullanılan başlıca araç kontrol diyagramıdır. ⁴⁸

Kontrol diyagramları, mamulün bir kalite özelliğini ölçmek ya da mamulün belirli bir özelliğinin var olup olmadığını saymak sureti ile kalitesini kontrol etmek amacı ile oluşturulur. İşletmelerde imalat işi devam ederken mamulün tatminkar nitelikte olmasını teminat altına almak için kalite kontrolü yapılır. Bir fabrikanın aynı cinsten mamulleri arasında bazı farklar (değişmeler) olduğu bir gerçektir. ⁴⁹

Bir proseste değişkenliğe yol açan faktörler başlıca iki grupta toplanabilirler:

1- Tesadüfi faktörler

2- Özel faktörler

⁴⁶ Kordsa Eğitim Notları, s. 48.

⁴⁷ Doç. Dr. Orhan İDİL, Örnekleme Teknikleri ve İşletme Yönetiminde Kullanılması, İstanbul, 1980, s. 300.

⁴⁸ Yrd. Doç. Dr. Müh. Sıtkı GÖZLÜ, Endüstriyel Kalite Kontrolü, İstanbul, 1990, s. 147.

⁴⁹ Prof. Dr. Kenan GÜRTAN, a.g.e., s. 751.

Şans faktörleri olarak da nitelenen tesadüfi faktörler, çok sayıda tekil etkenden meydana gelmektedir. Herhangi bir tesadüfi etken küçük bir miktarda değişkenliğe yol açarken çok sayıdaki özel etken önemli miktarda değişkenliğe neden olabilmektedir.

Prosesin kontrol limitleri belirlenirken tesadüfi faktörlerin yol açtığı değişkenliğin bu limitleri aşmaması öngörülür. Değişkenlik kontrol limitleri içinde kaldıkça prosesin istatistiksel kontrol altında bulunduğu kabul edilir; ve herhangi bir düzeltici önlem alma yoluna gidilmez.

Tesadüfi değişkenliğin bir prosesten ekonomiklik sağlayacak biçimde ortadan kaldırılması mümkün değildir. Malzeme yapısındaki küçük farklar, makinelerdeki küçük titreşimler, çevre koşulları ve üretim teçhizatının kullanılması sırasındaki insan hataları; tesadüfi farklar olarak sayılmaktadır.

Özel faktörler, bir ya da birkaç sayıdaki tekil etkenden meydana gelmektedir. Proseste yol açtıkları değişkenliğin miktarı oldukça büyüktür. Kontrol limitleri dışına taşan bir gözlemin bulunması, özel faktörlerin araştırılmasını gerektirmektedir. Proseste özel faktörün yol açtığı değişkenliğin bulunması, prosesin en iyi durumda işlemediğini gösteren bir kanıt olarak kabul edilmektedir.

Dolayısı ile bir özel faktörün prosesten elenmesi, ekonomiklik sağlamaktadır. Bu nedenle özel faktörlerin yol açtığı değişkenliğin ortadan kaldırılması için düzeltici önlemlerin alınması gerekmektedir. Hatalı işlem ya da yöntem uygulaması büyük işçilik hataları ve malzeme yapısındaki büyük farklar; özel faktörler olarak sayılmaktadır.⁵⁰

Her kontrol grafiği, düşey ekseninde yer alan proses karakteristiğinin yatay eksenindeki örnek numarasına ya da zamana göre grafik üzerinde gösterimidir.

Grafik üzerinde üç çizgi yer alır. Birincisi, ilgilenilen karakteristik Y olarak tanım-lanırsa, proses kontrol altında iken Y'nin ortalama değerini gösteren orta çizgidir. İkinci ve üçüncü çizgiler ise, örnek değerlerinin aralarına düşmesi beklenen üst ve alt kontrol limitleridir.

Söz edilen çizgiler, ilgilenilen karakteristik Y'ye göre, sırasıyla OC_Y (orta çizgi), $ÜKL_Y$ (üst kontrol limiti), ve AKL_Y (alt kontrol limiti) şeklinde gösterilirler.⁵¹

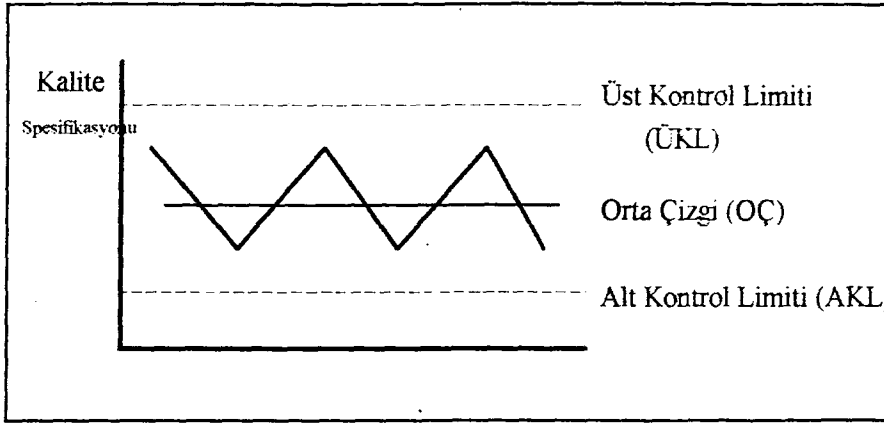
Birçok kontrol diyagramı için limitler ± 3 standart sapma temel alınarak oluşturulmaktadır. Kontrol diyagramında ± 3 standart sapma limitlerinin kullanılması, proseste mevcut tesadüfi faktörlerin %99.7 olasılıkla kontrol limitleri içinde bulunacağı anlamına gelmektedir. Geri kalan %0.3 olasılık özel faktörlere karşılık gelmekte olup, bu sıklık çok düşük bir rakamdır. Dolayısı ile ± 3 standart sapma limitleri, değişkenliğin tesadüfi ve özel faktörlerin hangisi tarafından meydana geldiğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

± 3 standart sapma limitleri oldukça yaygın olarak kullanılmakla beraber bazı durumlarda farklı limitlerde uygulanmaktadır. Örneğin; ± 2 standart sapma limitlerinin kullanılması %4.5 olasılıkla özel faktörlere karşılık gelmektedir. ± 1 standart sapma limitlerinin kullanılması ise, %31.7 olasılıkla özel faktörlere karşılık gelmektedir.

⁵⁰ Yrd.Dç.Dr.Müh.Sıtkı GÖZLÜ, a.g.e., s. 147.

⁵¹ Kordsa Eğitim Notları, 1989, s. 28.

Aşağıda şekil 4.10.1' de bir kontrol diyagramının temel öğeleri görülmektedir. Burada görülen kalite spesifikasyonu değerleri kronolojik olarak diyagrama yerleştirilmektedir. Bu değerler kontrol limitleri içinde kaldığı sürece, prosesin istatistiksel olarak kontrol altında bulunduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 4.10.1 Kontrol diyagramının temel öğeleri

Ancak şu noktaya dikkat etmek gerekir ki bir prosesin istatistiksel olarak kontrol altında olması, proseste sadece tesadüfi faktörlerin bulunduğu anlamına gelmektedir. Bir prosesin istatistiksel olarak kontrol altında bulunmaması halinde de spesifikasyonlara uyan mamullerin elde edilmesi mümkündür. Bununla beraber öncelikle spesifikasyonlara uygunluk göstermeyen mamullerin elde edildiği proseslere müdahale edilerek önlem alınır.⁵²

Kontrol diyagramları, değişkenin kendisi (x), örnek ortalamaları ($\bar{x}$), değişim aralıkları (R), standart sapmalar (s), kusurlu parça oranı (p) ya da kusurlu parça sayısı (a) gibi bir çok özellik için kullanılabilir.

Şekil 4.10.2'de kontrol kartında görülebilecek farklı durumlar için basit birer örnek verilmiştir.

Belirli bir zaman süresi içinde üretimden 10 örnek alındığı anlaşılan şekil 4.10.2' de ki farklı durumlar şöyle açıklanabilir.

a- Üretim normaldir.

b- Bir örnek sonucu limitlerin dışındadır. Nedenlerini belirlemek gerekir.

c- İki örnek sonucu limite yakındır. Nedenlerini belirlemek gerekir.

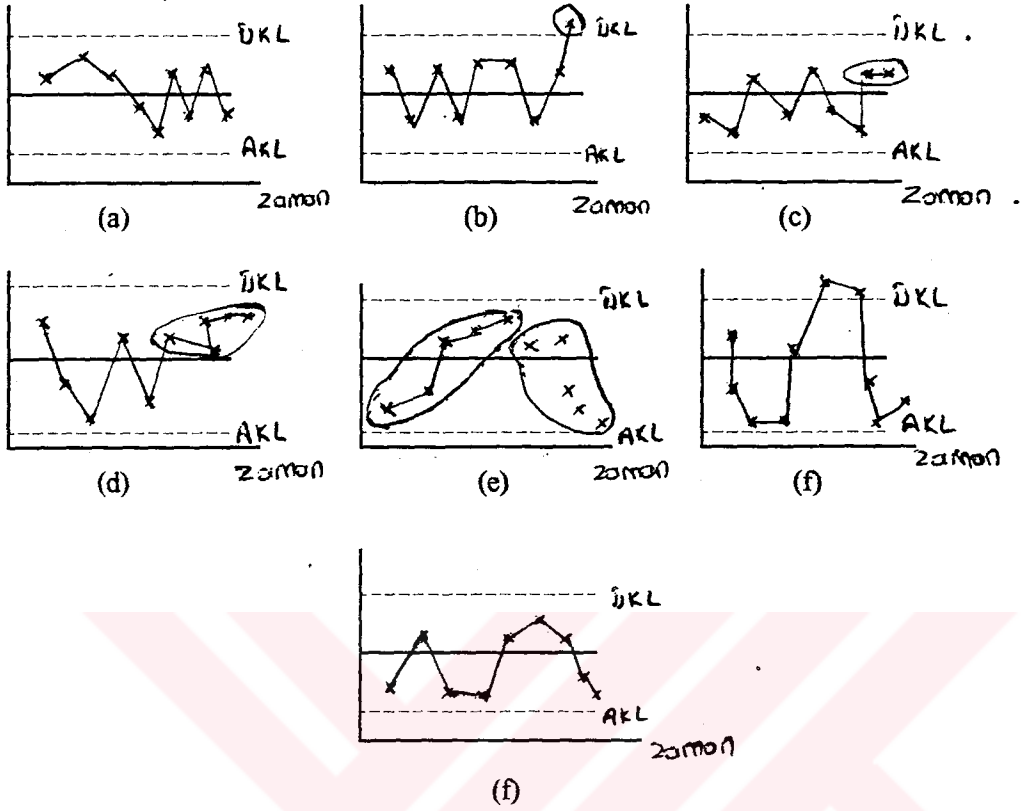
d- Son beş örnek ortalamasının üstündedir. Bu gidiş üretim işleminin karakteristiğinde bir değişme olduğunun işareti sayılabilir. Zira ardarda beş noktanın ortalamasının tek bir tarafında kalması düşük bir ihtimaldir.

e- Zaman içinde periyodik bir değişme görülmektedir. Bunun nedenleri üretim işleminde aranabileceği gibi, eğer işlem normal ise, belirli dönemler için ayrı limitlerin belirlenmesi gerekir.

⁵² Yrd.Doç.Dr.Müh.Sıtkı GÖZLÜ, a.g.e., s. 147.

f- Limitlerin dışına taşma çok sık meydana gelmektedir. Bu durum üretimdeki olasılıklardan çok, limitlerin gerektiğinden dar olarak belirlendiğini ortaya koyar.

g- Bu diyagramda ise $\bar{x}$ nin tersi söz konusudur. Limitler gerektiğinden geniş alınmıştır. Limitlerin yeniden belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 4.10.2

4.10.2 Kontrol diyagramlarının oluşturulması

a- Standartların verilmesi hali

i- $\bar{x}$ diyagramı :

Ana kütleye ait $\bar{X}$ ve σ verilmiş ise,

Ortalama : $\bar{X}$

Alt kontrol limiti : $\bar{X} - 3\sigma$

Üst kontrol limiti : $\bar{X} + 3\sigma$

ii- $\bar{X}$ diyagramı :

Örnek ortalamalarının beklenen değeri ana kütle ortalaması olduğundan ve bu değer verildiğinden

Ortalama : $\bar{X}$

Alt kontrol limiti : $\bar{X} - 3 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

Üst kontrol limiti : $\bar{X} + 3 \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ şeklinde belirlenebilir. Uygulayıcılara kolaylık sağlamak amacı ile geliştirilmiş ve,

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}}$$

değerini veren tablolardan yararlanılırsa

Alt kontrol limiti : $\bar{X} - A \sigma$

Üst kontrol limiti : $\bar{X} + A \sigma$

formülü ile bulunacaktır.

iii- R Diyagramı :

Değişim aralığı diyagramını çizmek için $\bar{R}$ ve σ_R değerleri D_i ve D_{i+1} örnek büyüklüğüne göre değişen katsayılar olmak üzere,

$$\bar{R} = D_i \cdot \sigma$$

$$\sigma_R = D_{i+1} \cdot \sigma$$

bağıntıları yardımı ile bulunur.

(A ve D değerleri için bkz. Ek- 5)

iv- σ diyagramı

Örnek standart sapmalarının beklenen değeri, c_2 örnek büyüklüğüne göre değişen bir katsayı olmak üzere,

$$\bar{\sigma} = c_2 \cdot \sigma$$

Standart sapması da yine c_3 bir sabiti göstermek üzere

$$\sigma_{\sigma} = c_3 \cdot \sigma$$

yardımı ile bulunur.

Üst kontrol limiti : $c_2 + c_3\sigma$

Alt kontrol limiti : $c_2 - c_3\sigma$

v - P diyagramı :

Ana kütleyle ait kusurlu parça oranı p bilindiğine göre ortalama çizgisi p'den geçecektir. Kontrol limitlerinin belirlenmesinde ise p tahminlerinin standart hatasından yararlanılır. Buradan,⁵³

$$\text{Alt kontrol limiti} : P - 3\sqrt{\frac{P \cdot Q}{n}}$$

$$\text{Üst kontrol limiti} : P + 3\sqrt{\frac{P \cdot Q}{n}}$$

Kontrol durumu bir kere tesbit edildikten sonra, devam etmekte olan imalatın kalitesi teşkil edilen kontrol diyagramları yardımı ile artık kontrol edilebilir.

Örnekler imalatın içeriğine göre belirli aralıklarla diyagramlarda işaretlenir.⁵⁴

4.11 Örneklemeye

Örneklemeye tam sayının imkansız, pahalı ya da tahrip edici olması halinde başvurulmaktadır. İş hayatında örneklemenin yaygınlıkla kullanıldığı alanlardan biri olan **kalite kontrolü** ile ilgili örnekler bu hususu kanıtlar niteliktedir.⁵⁵

İstatistikte örneklemeye, bir ana kütle için belirli özellikleri hakkında karar vermek amacı ile ana kütle için en iyi temsil edecek biçimde ve belirli kriterlere göre belirlenen nispeten küçük bir kısmının seçilmesi işlemi olarak tanımlanabilir.

Ancak burada şu noktaya dikkat çekmek gerekir ki kalite kontrolünde kullanılan kabul örneklemesinin amacı söz konusu yığın kabul ya da red kararı için yol göstermektir. Kabul örneklemesi, kalite düzeyi hakkında emniyet sağlamaktadır.⁵⁶

Örneklemeye için ikinci bir tanım vermek gerekirse, **Örneklemeye, bir ana kütle için rassal olarak seçilmiş ve daha az sayıda birimden oluşan bir örnekleme incelemek sureti ile ana kütle hakkında genel yargılara varma işlemidir.**

Bugün istatistik içinde bir ihtisas dalı olarak önemli bir yer işgal eden örneklemeye gittikçe daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Örneklemeye yöntemleri, modern işletme yönetiminde ayrıcalıklı bir yere sahiptir.

⁵³ Doç.Dr.Orhan İDİL, Örneklemeye Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulaması, İstanbul, 1980, s.304

⁵⁴ Prof.Dr.Kenan GÜRTAN, a.g.e., s. 755.

⁵⁵ Prof.Dr.Özer SERPER, a.g.e., s. 66.

⁵⁶ Yrd.Dç.Dr.Müh.Sıtkı GÖZLÜ, a.g.e., s. 114.

Örnekleme yardımı ile, işletme yöneticisi, karar verirken içinde bulunduğu belirsizlikten kurtulabilmektedir.

Örneklemenin tamsayma olan üstünlükleri nedeni ile çok daha fazla kullanılması yanında, yapılması gerekli bazı tam sayımlara yardımcı olarak, onlarla birlikte uygulandığını da görmekteyiz. Bu cins örneklemelemler,

- i- Tam sayımın doğruluğunu kontrol etmeye,
- ii- Tam sayıma giren bazı birimleri daha iyi incelemeye,
- iii- Tam sayım sonuçlarını daha kısa sürede tahmin etmeye,
- iv- İki tam sayım arasında kalan devreler için tahminlerde bulunmaya, yararlar.

Tam sayımın doğruluğunu kontrol etmekte yararlanılan örneklemeye **kontrol örnekleme** adı verilir. Kontrol örneklemesine dayanılarak tam sayımın kalitesi de belirlenmiş olur. İşletme yöneticisinin belirsizlik altında karar almasını gerektiren hemen her problemde ek bilgi sağlamak için örneklemeye başvurulabileceği söylenebilir.

Önemli olan nokta, istatistik verilerin isabet ve çabuklukları ile doğru, maliyetleri ile ters orantılı bir şekilde değer kazanmalarıdır. Genellikle güvenilirlik derecesini arttırmak için araştırmayı genişletmek gerekir ki, bu da gözlem süresini uzatır ve maliyeti yükseltir. Güvenirlik derecesi yetersiz, veriler ne kadar yararsız ise, gereğinden fazla harcama yapılarak ya da büyük bir gecikme ile elde edilmiş hatasız veriler de kullanıcıya bir kazanç sağlamıyacaktır. Bu bakımdan örneklemede çabukluk, maliyet ve bilgilerin güven derecesi arasında optimal bir denge sağlanmalıdır. ⁵⁷

4.11.1 Örnekleme Teknikleri

4.11.1.1 Basit tesadüfi örnekleme

Hakkında bilgi edinilmek istenen topluluğun tamamına **ana kütle**, gözlenmek üzere seçilen birimlerden meydana gelen yeni topluluğa **örnek** adı verilmektedir. Örneğe girecek olan birimler arasında bir fark gözetilmez, bir tercih yapılmaz ve bütün birimlere eşit seçilme imkanı temin edilirse **basit tesadüfi örnekleme** uygulanmış ve böylece temsili bir örneğin elde edilmesi mümkün olmuş olur. ⁵⁸

İhtimal teorisine dayanılarak geliştirilen örnekleme teknikleri, sadece tesadüfi olarak seçilmiş örneklere uygulanabilir. Bu nedenle, örnekleme denildiğinde, hemen tesadüfi örnekleme anlaşılır. Bazı istatistikçiler yalnız tesadüfi seçim halinde örnekleme kavramını kullanırlar.

Örnek çekiminin tesadüfi olabilmesi için aşağıdaki işlemler uygulanır :

- i- Bütün ana kütle birimleri kontrol edilerek dışarıda kalmamaları ve ihmal edilmemeleri sağlanır.

⁵⁷ Doç.Dr.Orhan İDİL, Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması, İstanbul, 1980, s. 11.

⁵⁸ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e., s. 173.

- ii- Her birime 1 'den N 'e kadar numara verilir.
- iii- Örnek birim sayısı n amaca ve koşullara göre belirlenir.
- iv- n birim, N arasından tesadüfi çekimle çekilir.

Elde edilen tesadüfi örneğin değerleri, tesadüfi birer değişken olup, sistemetik bir hata söz konusu değilse, bunların **beklenen değerleri**, yani ortalamaları, ana kütle gerçek değerine eşittir.

Basit tesadüfi örneklemede N birimlik ana kütleden n birimlik N bir örnek çekildiğinde çekilmesi mümkün (n) tane örnek vardır. ⁵⁹

4.11.1.2 Zümrelere göre örnekleme

Ana kütledeki birimler incelenecek özellikleri bakımından önemli farklılıklar gösterdiğinde yapılacak en iyi iş, bu birimleri **zümre** adı verilen homojen alt gruplara ayırmaktır. İşte bu zümrelerin her birinden ayrı ayrı birer rassal örneklem alınır ve elde edilen sonuçlar birleştirilirse **zümrelere göre (tabakalı) örnekleme** yapılmış olur. ⁶⁰

Zümrelerdeki birimlerin toplamı ana kütle toplamına eşittir.

$$N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_h + \dots + N_k = N$$

Yani kısaca,

$$\sum_{h=1}^k N_h = N$$

yazılabilir.

Zümrelere göre örnekleme yapmak için her zümreden birbirinden bağımsız olarak birer örnek çekmek gerekir. Zümrelerden çekilen örneklerin hepsi birlikte toplam örnek büyüklüğünü oluştururlar.

$$n_1 + n_2 + \dots + n_h + \dots + n_k = n$$

ya da

$$\sum_{h=1}^k n_h = n$$

Zümrelere göre örneklemenin temel amacı tahminlerdeki güvenilirliği arttırmaktır. Bu amaca ulaşma derecesi, zümrelerdeki birimlerin incelenen özellikleri bakımından homojenlikleri ile orantılı olarak artar.

⁵⁹ Doç.Dr.Orhan İDİL, Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması, İstanbul, 1980, s. 23

⁶⁰ Prof.Dr.Özer SERPER, a.g.e., s. 73.

Dolayısıyla aynı zümreye alınan birimlerin homojen olmasına dikkat edilmelidir. Homojenlik ne kadar artarsa, her zümreden örneğe alınacak birim sayısı da o kadar düşecektir. Uç halde, eğer her zümredeki birimler aynı özelliğe sahip iseler, her zümreden tek bir birimi incelemek yeterli olacaktır.

Bunun yanında diğer uç hal olarak, zümreler arasında hiçbir fark bulunmaması düşünülebilir. Bu durumda zümrelere göre örnekleme ile basit tesadüfi örnekleme arasında bir fark kalmayacak, zümrelere örneklemeden beklenen güvenilirlik artışı ortadan kalkacaktır.

Ne var ki, homojenliği daha da arttırmak için zümre sayısını fazlaştırmak da beraberinde türlü zorluklar getirir.

Diğer taraftan, zümrelere göre örneklemenin tek yararı tahminlerdeki güvenilirliği arttırmak değildir. Bu nedenle bazen homojen birimlerin bir araya toplanması imkanı olmasa da zümrelere göre örnekleme gidilir. Örneğin bazı araştırmalarda ana kütlenin çeşitli bölümleri için ayrı ayrı bilgi istenebilir.

Bu gibi durumlarda ana kütleyi zümrelere ayırıp her zümreyi ayrı birer ana kütle gibi işleme tabi tutmak, daha sonra da asıl kütle için tahminler yapmak gerekir.

Zümrelere göre örneklemenin başka bir yararı da her zümreye değişik şekilde yaklaşılmasına imkan vermesidir. Zira örnekleme çalışmalarında birimlerin hepsine aynı tarz yaklaşım çoğu kere imkansızdır.⁶¹

4.11.1.3 Kademeli örnekleme

Gerek basit tesadüfi örnekleme, gerek zümrelere göre örnekleme, ana kütleyle ait bütün birimlerin listesini gerekli kılarlar. Birçok araştırmada ise böyle bir liste mevcut değildir, ya da listeyi oluşturmak çok masraflıdır.⁶²

Hazırlanmış listelerde çoğunlukla derleme süresinin uzunluğu nedeni ile o andaki değil, daha eski bir tarihteki durumu gösterirler. Diğer taraftan, basit tesadüfi, hatta coğrafi temele dayanmayan zümrelere göre örneklemede, örneğe girecek birimlerin birbirlerinden uzak olmaları bilgi edinme masrafını yükseltecektir. İşte araştırma çerçevesinin belirlenemediği ve/veya birimlere ulaşma maliyetinin yüksek olduğu hallerde *kademeli örneklemeden* yararlanılabilir.⁶³

Belirli bir bölgeye dağılmış birimler harita üzerinden ya da dağılım göstermeyen birimler, çeşitli kriterlere göre, kümelere bölünebilir. Bu kümeler arasından tesadüfi bir çekim yapıldıktan sonra, belirlenen küme ya da kümelerdeki birimler örneği oluşturular. Böyle bir işleme *tek kademeli örnekleme* adı verilir.

Şayet ana kütlede seçilen kümelerdeki birimlerin hepsi incelenmez de bunların arasından tekrar bir örnek alınırsa, *iki kademeli örnekleme* yapılmış olur. Bu şekilde devam edilerek kademe sayısı çoğaltılabilir. Ancak kademe sayısı ile birlikte hesaplarda ortaya çıkan güçlüklerde artar. Bu nedenle kademe sayısının üçü, hatta ikiyi aşmaması

^{61,63} Doç.Dr.Orhan İDİL, *İşletmeciler için Genel İstatistik*, İstanbul, 1983, s. 274, 287.

⁶² Doç.Dr.Orhan İDİL, *Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması*, İstanbul, s. 26,78.

tavsiye edilmektedir.⁶⁴

4.11.1.4 Sistematik örnekleme

Örneklemeye tabi tutulacak istatistik birimlerinin numaralanmadığı ve numaralanamadığı, teker teker elden geçirilmelerinin masraflı olduğu hallerde sistematik örnekleme kullanılmaktadır.

Bu örnekleme tekniğinin esası, tesadüfi bir başlama noktasının belirlenmesi şartı ile veriler serisindeki (ana kütledeki) her n'inci kalemin örneğe dahil edilmesidir.

Sistematik örnekleme dikkatle kullanılmadığı takdirde bazı sakıncaları olacaktır. Örnekleme entarvalinin gereği gibi tayin edilmemesi halinde belirli özelliğe sahip birimlerin gereksiz bir oranının örneğe dahil edilerek sistematik bir hatanın meydana gelmesine sebebiyet verebilir.⁶⁵

4.11.1.5 Diğer örnekleme türleri

Yukarıda belirtilenlerin dışında da çeşitli örnekleme teknikleri vardır. Bunların arasında *çok safhalı* ve *dinamik örnekleme* sayılabilir. Eğer bir örnekte bazı özellikler için birimlerin hepsi, diğer bazıları için bir kısmı, inceleniyorsa çok safhalı örnekleme yapılmaktadır.⁶⁶

Bu tür örnekleme özellikle maliyeti ve araştırma süresini düşürmek için ya da birimlere ulaşmak için çoğunlukla güç ya da imkansız ise, örnek içinden örnek alma şeklinde uygulanır. Dinamik örneklemede ise, örnek büyüklüğü araştırmaya başlamadan önce belirlenmez, fakat araştırma sırasında, belirli aralıklarla örnek büyüklüğünün yeterli olup olmadığına bakılır. Dinamik örneklemenin ana amacı maliyeti düşürmektir.⁶⁷

4.12 Delphi Tekniği

Delphi tekniği bir grup ferдин yargılarını, verilecek kararın kalitesini yükseltmek için birleştirmek amacını güder. Yargılar yazılı olarak alındığından, bir araya gelmeleri herhangi bir nedenden dolayı mümkün olmayan kişilerin düşüncelerinden de yararlanılabilir. Çeşitli problemlerin çözümünde, hedeflerin belirlenmesinde ya da özellikle tahmin işlemlerinde kullanılan delphi tekniği esas olarak bir grup anketten oluşur. İlk ankette kişilerden genel bir ya da bir grup soruya cevap vermeleri istenir. Bunu takip eden anketler öncekilere verilen cevaplar üzerine kurulur. Grup takiler arasında fikir birliğine ulaşıldığında ya da elde edilen bilgi yeterli görüldüğünde ankete son verilir.

Delphi tekniğinin başarılı şekilde uygulanabilmesi için genellikle en az 45 günlük bir süreye ihtiyaç duyulmaktadır. Zaman kısıtlı olan problemlerde delphiye baş vurulmamalıdır.

^{64,66} Doç.Dr.Orhan İDİL, Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması, İstanbul. s. 26,78.

⁶⁵ Prof.Dr.Necla ÇÖMLEKÇİ, a.g.e, s. 178.

⁶⁷ Doç.Dr.Orhan İDİL, İşletmeciler için Genel İstatistik, İstanbul, 1983, s. 294.

Delphi yöntemi genellikle üç ayrı grup yardımıyla uygulanır.

i- Karar vericiler

ii- Uzmanlar

iii- Cevaplayıcılar

Delphi tekniği herhangi bir karar verme işleminde kullanılacağından, bu karar verecek kişilerin tekniğin uygulanmasına katkıda bulunması gerekir.

Tekniği uygulayacak uzmanlar grubunda bulunanların sadece delphi tekniğini ve onunla ilgili örnekleme düzenlemesini değil, incelenen problemi de hiç olmazsa genel düzeyde bilmeleri gerekir. Uygulamada karar vericiler ile uzmanlar topluluğunun 5-9 kişi arasında olduğu görülmektedir. Bu grup anketleri geliştirir, elde edilen bilgileri değerler ve anket sonuçlarını analiz ederek düzeltmeleri yapar.

Cevaplayıcılar grubu ise anketlere cevap veren, fikir ve yargılarına başvurulana bir panel şeklindedir. İncelenen problem belli olduktan sonra bu grup oluşturulur.⁶⁸

4.13 Karar Teorisi

4.13.1 Karar teorisine giriş

Bir **karar problemi**, alternatif davranış biçimlerinin sonuçlarının özellikleri açısından, farklı şekillerde ele alınabilir. Bunlardan ilki, **belirlilik halinde karar verme** adını alır.

Belirlilik halinde kararda herhangi bir davranışın yol açacağı tek sonuç kesin olarak bilinmektedir. Eğer bir davranışın değişik sonuçları ortaya çıkabiliyor, ancak bunların gerçekleşme ihtimalleri objektif olarak biliniyorsa **risk altında karar** söz konusudur.

İlk iki karar türünden hemen geliştirilecek olan üçüncüsü davranışların sonuçları hakkında herhangi bir tahmin yapılmamasıdır ki, bu durumda **belirsizlik halinde karar**' dan söz edilir.

Bazı karar problemlerinde sonuçların gerçekleşme ihtimalleri objektif olarak bilinmez, ancak karar vericinin subjektif de olsa kısmi bir bilgisi vardır. İşte alternatif davranış biçimlerinin karşılaşılabilecekleri farklı durumların, dolayısı ile ilgili kısmi ve kişisel sezgileri, sayısal ihtimallere sayısal ihtimallere dönüştürerek yapılan analiz, **kısmi bilgi halinde karar analizi** adını alır.

4.13.2 Belirlilik halinde karar verme

Eğer bir idareci rakiplerinin stratejilerinin ve karşılaşıacağı dış durumların neler olacağına karar verebilirse onun kararı şunları gerektirir.

⁶⁸ Doç.Dr.Orhan İDİL, Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması, İstanbul, s. 263.

1- Geri dönüşün ya da ödemenin hesaplanmasında bütün alternatif stratejilerin oluşmasını bekleyebilir.

2- Ondan sonra amacının süresi içinde en yüksek geri dönüşü sağlayan stratejiyi seçer.

Böyle durumlarda idarecinin birinci görevi, bu geri dönüşlerin oluşmasında karar vermek olacaktır.

İdarecinin amacı, karını maksimum etmektir, bunun için de belirlilik halinde en yüksek faydayı sağlayan stratejiyi seçecektir ⁶⁹.

Belirlilik halinde karar verme probleminde, her farklı davranış biçiminin karşılaştığı durum ve bu durumla davranış biçiminin karşılaşmasının doğuracağı sonuç, kesinlikle, yani gerçekleşme ihtimali (1) olarak bilinir. Dolayısı ile karar veren kişi yani idareci, amacına en uygun davranış biçimini, diğer karar türlerine oranla çok daha kolay bir şekilde seçebilir. Örneğin bir kişi elindeki belirli miktar parayı bankaya vadesiz, 1 yıl vadeli ya da 2 yıl vadeli yatırma imkanlarına sahip ve tek amacı faiz gelirinin yüksek olması ise, kararını kolaylıkla verecektir.

Ancak belirlilik halinde de amaçların birden fazla olmaları ya da sınırlayıcı şartların varlığı gibi nedenlerle karar problemlerinin çözümü güçleşebilir. Belirlilik halinde karar verme teknikleri içinde klasik optimizasyon yöntemleri ile doğrusal programlama sayılabilir.⁷⁰

4.13.2.1 Beklenen değer ve durumsal değer

Beklenen değer kavramı, kesin olmayan alternatif karar stratejilerinin etkilerinin üstünde bir anlama sahip, rakip işler ya da karekterin durumlarına karar verileceği zaman kullanılır. Her olayın beklenen değeri (BD) şu şekilde tanımlanır; değer olayın olasılığının (p) çarpılması ile meydana geliyorsa [durumsal değer, (DD)], $BD = p^2 \cdot DD'$ dir.

Örneğin, bir şirket, bir ya da iki muhtemel anlaşma üzerinde alternatif tekliflere sahip olsun. Anlaşmalı kabul etme olasılıkları;

1- A müşterisinin 100,000\$'lık anlaşmasını kabul etme olasılığı, 0.1

2- B müşterisinin 50,000\$'lık anlaşmasını kabul etme olasılığı 0.2 dir.

Bu durumda şirket hangi teklifi seçecektir.

B müşterisinin anlaşmasından beklenen değer 12,500\$

($50,000 \cdot 0.2$) iken A müşterisinin anlaşmasından beklenen değer 10,000\$ ($100,000 \cdot 0.1$) dir.

⁶⁹ Max, D.Richards and Paul S., GREENLAW, Management Decision Behavior, Homewood, İliniois, 1972, s.78.

⁷⁰ Doç.Dr.Orhan İDİL, Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetimine Uygulanması, İstanbul, 1980, s. 264.

Amaç satışları maksimum yapacak anlaşmanın seçimidir. Bu nedenle şirket B müşterisinin anlaşmasını seçecektir. Çünkü bu anlaşmanın beklenen değeri, A müşterisinininkinden 2,500\$ daha fazladır.

Bununla beraber, eğer şirket A müşterisinininkine tercihen, B müşterisinin anlaşması için fiyat teklif ederse, bu belli zamanda şirketin satışların 2,500\$ daha fazla olacağı güvencesi yoktur.

Şirket B müşterisinin anlaşmasının üstünde fiyat teklif ederse satışlardan 50,000\$ ya da 0\$ elde edilebilecektir.

A müşterisinin yerine, B müşterisinin seçilmesinin nedeni, aynı kalan olasılıklarda ve durumsal değerlerin her ikisinde bir takım büyük kararlarla yüzyüze kaldığında mantıklı düşünecektir.

Beklenen değeri en yüksek olan stratejiyi seçerse, uzun bir dönem sonunda satışlarda ki amacı maksimum olacaktır. Böylelikle ödemedeki avantajı, B müşterisi için 12,500\$, A müşterisi için de 10,000\$ olacaktır. Mantıklı düşünüldüğünde, elbetteki olayların olasılıklarını ve beklenen değerlerini tahmin etmek güçtür.

<i>STRATEJİLER</i>	<i>Karakterin Durumu : Talep</i>		
	<i>Düşük</i>	<i>Orta</i>	<i>Yüksek</i>
Merkezileştirmek	100,000	50,000	50,000
Yerinden Yönetmek	1,000	80,000	125,000

Şekil 4.13.1 Mağaza stratejileri için durumsal ödemeler (Dolar Olarak)

Şekil 4.13.1'de ödeme matrisi kullanılarak alternatif karar stratejilerinin beklenen değerleri özetlenmiştir.

Tabloda ki sıralar karar vericinin seçeceği stratejileri temsil etmektedir. Sütunlar ise, rakip işlerin ya da karakterin ayrı durumlarının meydana gelebilme olasılıklarını temsil etmektedir.

Şekil 4.13.1'de şirket mağaza stratejilerini dikkate alarak, yerinden yönetim ve merkezileşme arasında birini seçerek karar vermelidir.

Talebin sonucu olarak üç olasılık meydana gelmektedir, bu olasılıklar düşük, orta ve yüksek değerler olmak üzere sütun halinde temsil edilmektedir.

Bu değerler, stratejilerin durumsal değerlerini gösterir. Örneğin, eğer karar verici merkezileştirme stratejisini seçerse, orta derecede talep meydana gelecek ve ödeme ya da durumsal değer 50,000\$ olacaktır. Böylelikle karar verilmiş olacaktır.⁷¹

4.13.3 Risk altında karar verme

Belli sayıda olayın söz konusu olduğu bu karar problemlerinde olayların meydana gelme olasılıklarının da bilindiği varsayılır.

⁷¹ Max, D.Richards and Paul S., GREENLAW, a.g.e, s.79.

Olayların dağılımı bilinerek uygulanacak karar kriteri, *optimum beklenen değeri* en iyi olan seçeneğin bulunması problemidir. Beklenen değer sonuçlara ilişkili olasılıkların çarpımı ve bulunan değerlerin toplanması ile elde edilir ⁷²

Gelecekte karakterin durumları ve stratejilerin bütün olasılıklarının birleştirilmesi için beklenen değerlerin hesaplanması zorunlu olacaktır. Bu değerler şekil 4.13.2' de gösterilmektedir.

	Karakterin Durumu : Talep			Top. Beklenen Değer
	Düşük	Orta	Yüksek	
	Olayın	Olasılığı		
Stratejiler	.10	.50	.40	
Merkezileştirme	10,00	25,000	20,000	55,000
Yerinden	100	40,000	50,000	90,100

Şekil 4.13.2 Mağaza stratejileri için beklenen değerler (Olayın olasılığını zaman için-deki durumsal değerleri)

Her strateji için toplam beklenen değer, karakterin durumunun her olasılığı altında ki beklenen değerlerin toplamına eşittir, ve eğer karar uzun bir zamanda verilmiş ise elde edilecek olan ödeme avantajını temsil etmektedir. ⁷³

Risk altında karar verme problemlerinde amaç makzimizasyonu yerine amacın beklenen değeri maksimize edilir. ⁷⁴

4.13.4 Belirsizlik halinde karar verme

Bazı karar problemlerinde, karakterin durumları ya da rakip stratejilerin kesinlik olasılıklarını tahmin etmek imkansızdır.

Böyle durumlarda, idareci elinde bulunan alternatif stratejilerin beklenen değerlerini hesaplar. Üstünlük için tek bir optimum strateji yoktur. Herbir strateji diğerinin üstündedir.

Belirsizlik altında karar vermede birinci adım, karakterin durumları ya da rakip stratejilerin olasılıkları altında, her alternatif strateji için durumsal değerlerin hesaplanması ile bir ödeme matrisi oluşturmaktır.

Örneğin, bir uçak fabrikatörü, yeni yüksek performanslı bir jet uçağı planlamayı üzerine almıştır. Üç strateji mevcuttur.

1- Şirket tamamıyla yeni bir uçak planı yapabilir.

⁷² Doç.Dr.Osman HALAÇ, *İstatistik*, İstanbul, 1991, s.29.

⁷³ Max, D.Richards and Paul S., GREENLAW, a.g.e., s.79.

⁷⁴ Doç.Dr.Orhan İDİL, *Örnekleme Teorisi ve İşletme Yönetimine Uygulanması*, İstanbul, 1980, s.266.

2- Var olan yeteneklerini askeri ihtiyaçlara uygun şekilde yeniden tasarlıyabilir.

3- Uçak yapmamayı da seçebilir.

Ayrıca 4 olasılık daha vardır ki, her bir stratejinin ödemelerini etkilemektedir.

1- Topyekün savaş

2- Sınırlı savaş

3- Soğuk savaş

4- Barış

Kazanç matrisinin oluşturulması şekil 4.13.3'de verilmiştir.

	Karakterlerin Durumları			
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Stratejiler	Topyekün Sav.	Sınırlı Savaş	Soğuk Savaş	Barış
S ₁ -Yeni Yet.	-5	6	4	4
S ₂ -Yen.Plan.	2	2	2	1
S ₃ -Plansızlık	0	0	0	1

Şekil 4.13.3 Uçak üreticisi için durumsal değerler (milyon \$)

4.13.4.1 Laplace kriteri

Eğer herhangi bir olayın, başka bir olaya göre ortaya çıkmasının daha olası olduğuna inanmak için iyi bir neden yoksa, diğerleri gibi aynı olasılıkta oluşmayacağını kabul etmek için de aynı şekilde iyi bir neden yoktur.

Yetersiz neden prensibi olarak da bilinen bu kavram belirsizlik koşulları altında ki karar vermeler için çok bilinen bir kritere temel olur (Laplace kriteri).

Bu kriter, rakip strateji ya da karakterin her bir durumunun oluşumuna eşit olasılıklar uygular. Uçak probleminde şekil 4.13.3' de gösterilen karakterlerin her birinin durumsal değerlerine eşit olasılıkların uygulanması şekil 4.13.4' de gösterilmiş, 3 stratejinin her biri için beklenen değerler oluşmasını sağlar.

Şekil 4.13.4'de, karakterlerin 4 olası durumunun her birine, eşit olasılık atanması ile ulaşılmıştır (Örneğin, $1.00/4=0.25$) ve bu, şekil 4.13.4'deki her durumsal değer çarpılması ile gerçekleştirilir. Bu değerler S₁ stratejisini gösterir, yeni jet savaş uçağının bütünü ile tasarımının seçimi gerçekleştirilmelidir.

	Karakterin Durumları				Toplam Beklenen Değer
	N_1	N_2	N_3	N_4	
Stratejiler	Topyekün Sav.	Sınırlı Savaş	Soğuk Savaş	Barış	
S_1 -Yeni Yetenekler	-1.25\$	1.5	1.0	1.0	2.25\$
S_2 -Yeniden Planlama	0.5	0.5	0.5	0.25	1.75
S_3 -Plansızlık	0	0	0	0.25	0.25

Şekil 4.13.4 Uçak üreticisi için beklenen değerlerin laplace kriterine uygulanması

4.13.4.2 Kötümserlik kriteri : maximin

Kötümserlik kriterinde, idareci oluşturduğu rakip stratejiler ya da karakterin durumunun tayininde daima kötümserdir. O daima stratejilerin en kötüsünü alacaktır ve bu gibi durumlarda, seçilmiş stratejiye minimumların maksimumu kadar ödeme yapmayı kabul edecektir.

Bu yol gösterici ilke maksimin kriteri olarak bilinir. Çünkü, idareci bu gibi durumlar altında karını maksimum etmeye çalışır.

Örneğin şekil 4.13.3' de görüldüğü gibi, uçak operatörü eğer kötümserlik kriterini uygularsa S_2 stratejisini seçecektir. -sunduğu jet uçağını yeniden tasarlayacaktır.- Minimum durumların izlenmesi için şekil 4.13.5' de gösterildiği gibi uygulanmalıdır. Bu strateji (S_2) maksimum 1,000,000\$'lık ödeme ile sonuçlanacaktır.

Strateji	En Kötü Durum	Ödeme
S_1	N_1	-5,000,000\$
S_2	N_4	1,000,000
S_3	N_1, N_2, N_3	0

Şekil 4.13.5

4.13.4.3 İyimserlik kriteri : Maksimaks

Maksimin, daha kötümser durumların beklenmesinin bütün zamanı alması nedeni ile eleştirilmiştir. Alternatif kararların seçimi rasyonel bir yaklaşım değildir. İyimserlik kriterinde gelecekteki bütün olayların oluşumu hakkında tamamı ile iyimser olunabilecektir.

Eğer karar verici olayın oluşumunda iyimserse, sonuç olarak en uygun ödeme için o olasılık altındaki stratejiyi seçecektir.

Uçak üreticisi örneğinde, (şekil-4.13.3) S_1 stratejisi seçilmiştir. En uygun ödeme durumundan sonra, galip gelindiği zaman bu strateji ve karakterin durumu N_2 olur.

Ne iyimserlik ne de kötümserlik belki de gerçekçi değildir. Her verilmiş olan zamanda karar verici, daha az ya da daha fazla iyimser olabilir. Böyle durumlarda, bir hesaplama yöntemi geliştirilmesi olasıdır. -0'dan 1'e doğru - 0 iyimserliğin ya da kötümserliğin derecesini gösterir.

Örneğin uçak fabrikatörü yeniden tasarlama kararında ilgili olan karakterin durumunun oluşumu hakkında 0.7 derece iyimser ve 0.3 derece kötümserdir.

Böylece iyimserliğin katsayısı (0.7) ile her strateji için, daha iyimser karakterin durumunun durumsal değerini arttıracaktır. Daha sonra, kötümserliğin katsayısı (0.3) ile her strateji için, daha kötümser karakterin durumunun durumsal değerini çoğaltabilecektir.

Sonuçta bu iki değer, her strateji için toplanır; ve en yüksek değer katılmak sureti ile iyimser-kötümser derecesi seçilmiş olur.

Şekil 4.13.6, bu değerlerin uçak üreticisi için, S_1 'in gösterdiği yeni yetenek stratejisinin en iyi strateji olduğunu göstermektedir.

Stratejiler	Durumsal Değer		Etkin Değer		Toplam Beklenen Değer
	En iyi durum	En kötü durum	En iyi durum	En kötü durum	
S_1 -Yeni Yetenekler	N_2 6\$	N_1 -5\$	4\$	-1.5\$	2.7\$
S_2 -Yeniden Planlama	$N_{1,2,3}$ 2	N_4 1	1.4	0.3	1.7
S_3 -Plansızlık	N_4 1	$N_{1,2,3}$ 0	7	0	0.7

Şekil 4.13.6

4.13.4.4 Pişmanlık kriteri

Belirsizlik durumları altında karar vermede 4. kriter pişmanlık kriteridir. Pişmanlık stratejisi, bir olayın varlığı ile mümkün olan maksimum ödemeden çıkartılmış rakip strateji ve/veya karakterin verilmiş her durum altında ödenmesi olarak tanımlanır.

Örneğin, eğer bir önceki örneğimizde N_1 karakter durumu olursa S_1 için ödeme 5.000.000\$, S_2 için 2.000.000\$, S_3 için ise 0\$'dır (Şekil 4.13.1).

N_1 karakter durumunda her bir strateji için pişmanlık, maksimum ödeme (S_2 için 2.000.000\$) ve kendi ödemesi arasındaki farktır. Yani, bu durumda S_1 için pişmanlık, 7.000.000\$, S_2 için 0\$, S_3 için 2.000.000\$'dir.

Uçak üreticisi için karakter durumları ve tüm stratejilerde pişmanlık miktarı şekil 4.13.7'te gösterilmiştir. Bu şekilde üreticinin S_2 - 4.000.000\$'ı seçmesi, minimum miktarı seçtiğini ve böylece maksimum pişmanlığın elde edileceğini gösterir.

Eğer S_1 'i seçerse (N_1), 7.000.000\$'lık bir pişmanlığı yakalayabilir. S_3 stratejisi (N_2) ile de 6.000.000\$'lık bir pişmanlık mümkün olacaktır.

Eğer N_1 oluşmazsa, tabii ki, S_2 'nin seçimi üreticinin pişmanlığının minimize etmeyecektir. Bununla beraber, karakterlerin durumu ile ilgili herhangi bir problem olmadığı pişmanlığının da 4.000.000\$'dan fazla olmadığı konusunda ikna olmuştur.⁷⁵

	Karakterin Durumları				Toplam Beklenen Değer
	N_1	N_2	N_3	N_4	
Strateji	Topyekün Sav.	Sınırlı Savaş	Soğuk Savaş	Barış	
S_1 -Yeni Yetenekler	7	0	0	0	7
S_2 -Değişiklik Yapmak	0	4	2	3	4
S_3 -Hiçbirşey	2	6	4	3	0

Şekil 4.13.7 Uçak üreticisinin seçeceği alternatif pişmanlık stratejileri

4.14. Karar Ağaçları

Karar ağaçları, işletme yönetiminde, yöneticilerin karar alma olanak ve görüşlerini arttıran çizgisel bir karar verme aracıdır. Bu araç, özellikle tercihleri, pararsal kazançları, alternatif tehlikeleri ve yöneticinin karar verirken sahip olması gereken bilgileri kapsadığından zamanımızda yönetimde çok yararlı bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

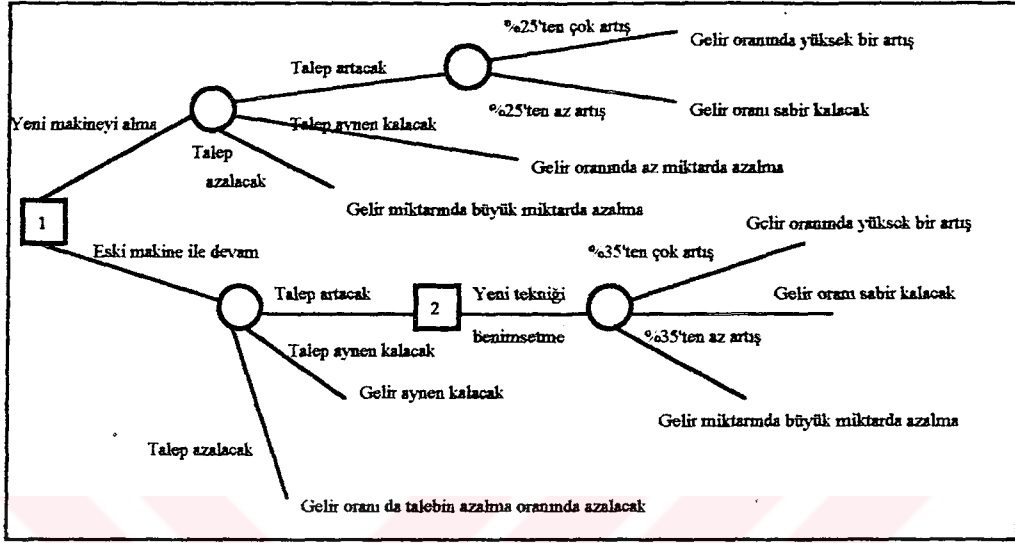
Karar ağaçları yöntemi, bir takım nokta ve dallardan oluşmuştur. Her dal yakınındaki diğer dalların alternatifini oluşturan bir kararı göstermektedir. O halde, her dal bir alternatifi göstermektedir.

Her alternatif mutlak bir olguya değil aksine şansa ya da olasılığa dayanır. Karar ağacının en uçlarında ise, o konu ile ilgili seçilen alternatiflerden elde edilen sonuçlar yer almaktadır. Diğer bir deyişle, meydana getirmiş olduğumuz ağacın meyveleri bu sonuçlardır. Sonuçların hesaplanması da, aşağıda vereceğimiz örnekte görüleceği üzere bir alternatifi olasılığı ile sıkı sıkıya ilgili bulunmaktadır.

Karar ağaçlarını çizerken iki önemli hususu gözden uzak tutmamak gerekir. Bunlardan birinci si karar noktalarıdır ki, bu noktalarda yönetici alternatiflerden birini seçmekte serbest davranır. Yani karar verme noktaları olasılıklara bağlı olmayıp yöneticinin arzusuna bırakılmıştır. Aksine olayların meydana gelişleri büyük ölçüde yöneticinin kontrolü dışında şansa, diğer bir deyişle olasılığa bağlı olarak meydana gelir.

⁷⁵ Max, D.Richards and Paul S., GREENLAW, a.g.e., s.82.

Karar dallarının en sondaki uçlarında sonuçların bulunduğu işaret etmiştik. Bu sonuçların hesaplanması, şüphesiz bizim karar ağaçlarını çizerken sahip olduğumuz bilgilere dayanmaktadır. Yani eğer elimizde bulunan bilgiler gerçekten sağlam bilgiler ise, sonuçlar doğru olacaktır. Burada sorunu kolaylaştırmak için meydana gelebilecek olayların ve verilebilecek kararların tamamını belirlemek yerine, sonuçlarının bizim için daha önemli olduğuna inandığımız karar üzerinde durmamız daha yararlı olacaktır.



Şekil 4.14.1

Yukarıdaki şekil 4.14.1'de işin içine olasılık hesaplarını ya da diğer bir deyişle, kantitatif hesapları koymadan oldukça basit bir karar ağacı meydana getirmeye çalıştık. Burada görüldüğü üzere zaman aralığının işin içine girmesi ile geç verilmiş bir karar (2. karar) ek harcamaları karşılamak ve talep artışının yeni teknikle yüksek bir gelir oranına ulaştırmak için gelir artışının %35 civarında ve ondan yüksek olmasını gerektirmektedir. Çünkü geç verilmiş karar nedeni ile artan talep karşılanamamış ve önemli bir gelirden mahrum kalmıştır.

Buraya kadar ki açıklamalarımızda rakamsız olarak çalıştık. Halbuki karar ağacı yöntemi, rasyonel bir seçimi gerçekleştirmek için karar verme sürecinde her dalın olasılıklarını, maliyetlerini ve karlarını dikkate almalıdır. Ancak, bundan sonra bize uygun gelen alternatifin seçimini yapabilecek duruma gelebiliriz.

Dikkat edilirse seçimi yapabilecek duruma gelebiliriz diyoruz. Yoksa bu yöntem bize en uygun alternatifi veremez. Karar ağacı yöneticilere işletmenin ümit edilen en yüksek kazancı sağlayan alternatifini verir, ama yüksek kazançları da karşılayabilecekleri risklere göre değerlemek zorunluluğu vardır. Halbuki yöneticilerin risklere karşı görüşleri farklıdır; bazı işletmeler ise yüksek riski karşılayacak sermaye olanaklarına sahip değildirler.

Farklı sermayelere, görüşlere, bilgilere ve risklere karşı farklı değer yargılarına sahip olan kişiler, herhangi bir karar verme durumunda birbirlerinden farklı şekilde davranacaklardır. İşte karar ağacı yöntemi, bu çok sayıda belirtilmemiş ve birbirleri ile çelişkili görüş ve tutumların varoluşu nedeni ile, ancak, konuyu aydınlatıcı bir araç görevini yapmaktan öteye gitmemektedir. Bununla birlikte karar ağacı, işletme yönetiminin uzun süreli amaç ve faaliyetleri için verilecek kararlı konusunda yönetime

büyük ölçüde yardımcı olmaktadır.⁷⁶



⁷⁶ Yrd.Doç.Dr.Atakan ÜNÜVAR, Mimar Sinan Üniversitesi Karar Kuramı Ders Notları.

5. İSTATİSTİK TEKNİKLERİ UYGULARKEN DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

5.1 Hatalar

İstatistik yöntemler işletme yönetiminde çok başarılı sonuçlar verebilir. Ancak böyle başarılı sonuçlara ulaşmak için kullanılan tekniklere ve uygulamanın yapıldığı probleme tamamen hakim olmak ve çoğunlukla düşülen bazı hatalardan sakınmak gerekir. Aşağıda bu tür bazı hatalar özetlenmektedir.

i - Özellikle başkaları tarafından toplanıp düzenlenmiş ve *ikinci el veri* adı verilen bilgilerle çalışılırken bu verilerin hatalı olabileceği unutulmamalıdır.

Dolayısıyla, mümkünse iki ayrı kaynaktan elde edilen verileri karşılaştırmak ya da ikinci el verileri kontrol etmek için konuyla ilgili bir kısım verileri bizzat toplamak (birinci el veri) yarar sağlar.

ii - Araştırmalara konu olan verilerin ölçüm birimleri iyi tanımlanmalıdır. Eksik ve hatalı tanımlamalar bu veriler kullanılarak ulaşılan sonuçların da hatalı olmasına yol açar.

Örneğin, ücretlerle ilgili bir analizde sadece aylık ücret kelimesi yeterli değildir. Ücretin net mi, brüt mü, nominal mi yoksa reel mi olduğu belirtilmelidir.

iii - İstatistik araştırmaların hemen hepsinde ana kütleden çekilen bir örnekle çalışılır. Bu örneğin seçiminde yapılacak bir hata, örneğin ana kütleyi temsil etmemesine yol açacaktır.

Yeni üretime geçen bir televizyon fabrikasında ilk önce yedi tane televizyonun yapılıp yönetim kurulu üyelerine denemeleri için verildiğini varsayalım. Acaba bu yedi televizyon arkadan gelecek binlerce televizyonu temsil edebilir mi? Büyük bir ihtimalle söz konusu cihazlar çok daha özenerek yapılacağından bunların normal üretimi temsil yeteneği zayıftır.

iv - İstatistik araştırmalardaki hataların en önemli bir bölümü de hatalı araştırmalardan doğar. Örneğin yaş ortalamaları farklı iki ülke halkı için kalp rahatsızlığından ölenlerin oranının karşılaştırmasını yapmak hatalıdır. Anlaşılacağı gibi herhangi iki değer birbiriyle karşılaştırılmaz. Ayrıca mutlak ve oransal karşılaştırmaları da birbirinden ayırmak gerekir.

v - İstatistik analiz tekniklerinin büyük bir kısmı varsayımlar altında güvenilir sonuçlar verirler. Uygulamada düşülen hataların en önemlilerinden biri bu varsayımlara dikkat edilmemesidir. Bu tür hatalardan korunmak için teknikler yalnız hesap kısımlarıyla değil, varsayım ve yorumları ile birlikte iyice öğrenilmeli, sonra uygulamadan önce problem için söz konusu varsayımların geçerli olup olmadığı incelenmelidir.

vi - İstatistik teknikleri çok geniş bir alanı kapsarlar ve benzer problemleri çözmek için genellikle birden fazla sayıda yöntem vardır. Bu nedenle sık sık yanlış tekniğin seçildiği problemlerle karşılaşılır.

vii - İstatistikte karşılaşılan hatalardan birisi de yöntemlerin ne verip ne verme-

diğine yeterince dikkat edilmemesidir. Mesela korelasyon analizleri değişkenler arasındaki ilişkinin derecesini verirler. Aynı dalda çalışan işletmelerin satışlar ile reklam harcamaları arasında yüksek bir korelasyon bulunabilir.

Ancak korelasyon analizleri sonucunda hangi değişkenin sebep, hangisinin sonuç olduğu anlaşılamaz. Bu nedenle yukarıdaki örnekten reklamların satışları etkilediği söylenemez. Belki de her işletme satış gelirinin belirli bir oranını reklama ayırdığı için korelasyon yüksek çıkmıştır. Bu tür acele yargılar, yanlış kararlar alınmasına yol açar.

viii - Son olarak istatistiğin amaç değil, araç olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle istatistik analizlere n yargısız bir şekilde başlanılmalı, belirli bir sonucu ispat etmek için teknikler zorlanmamalıdır. Zira bu şekilde ortaya çıkan **bilimsel yalan** diğer yalanlardan daha tehlikeli olacaktır. İstatistik teknikler yönetici için bir yol göstericidir.



6. İŞLETMELERDE BAŞARILI UYGULAMA ŞARTLARI

İşletmelerde istatistik yöntemleri başarılı bir şekilde uygulayabilmek için tekniklere hakim olmak yeterli değildir. matematik-istatistik teknikleri, insan unsurunun ağır bastığı işletme yönetiminde kullanılırken çeşitli güçlüklerle karşılaşılabilir.

Bu güçlüklerin göz önüne alınmaması nedeni ile son yıllarda işletme yönetiminin teorik ve pratik yönünde çaba veren kişiler, hedefleri, dilleri ve yöntemleri ile birbirinden çok farklı iki toplum oluşturmuşlardır.

Bu iki grup arasındaki işbirliği, hatta haberleşme, asgari düzeydedir. Ne var ki ülkemiz şartlarında bu durum kabul edilmemesi gereken bir uçurumdur.

İstatistik teknikleri işletmede uygularken teknik olması yanında, işletme bünyesine ve işletme politikasına uyması gerekir. Konuya bu açıdan bakınca, başarılı bir uygulama için aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerektiği görülecektir.

i - Zaman Faktörü :

İşletme yönetiminde zaman faktörü büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle istatistikçi, sadece güvenilir teknikleri değil, belki diğerleri kadar hassas olmayan, ancak daha kısa sürede sonuç veren teknikleri de kullanmaktan kaçınmamalıdır. Aksi halde yönetici optimum, ancak geç olduğu için hiçbir işe yaramayan kararlara ulaşmak yerine, hiçbir bilimsel tekniğe dayanmadan karar vermeyi tercih edecektir. İstatistikçinin görevi, yöneticiye kıt zamanında da kullanabileceği aletler vermektir.

ii - Veri Problemi :

Veri problemi çoğu kere zaman problemi ile birlikte ortaya çıkar. Genellikle işletmelerde istenilen bütün özelliklere sahip verilerin elde edilmesi güç ve masraflıdır.

Yönetici mümkün olduğu kadar az masrafla, kısa sürede, bir takım sonuçlara ulaşmak arzusundadır. Diğer taraftan her tür veri her yöntemde iyi sonuç vermez. Özellikle hassas tekniklerin uygulanacağı verileri hazırlamak pahalı bir işlemdir. Bu nedenle istatistikçi uygulanabilecek tekniklerin zayıf ve üstün taraflarını her problemde ayrı ayrı belirlemeli, yani bir fayda-maliyet analizi yapmalıdır.

iii - Değişikliğe Tepki :

Bilimsel yöntemlerin uygulanmaya başlanması, birçok işletmede çeşitli düzeylerde tepkilere neden olur. Tepkilerin azalması çeşitli yollarla sağlanabilir. İşletme yönetici ve personeline yeni tekniklerin tanıtılması, yönetim kademelerinde olanların, subjektif kanı ve kararlarına yöntemde yer verilmesi bunlar arasında sayılabilir.

Fakat bu çalışmalar yeterli değildir. Tepkinin azalmasını sağlamak, modellere tepki unsurunu da katmakla mümkündür. Bu ise ancak istatistikçinin işletme şartlarını yakından tanıması ile mümkündür.⁷⁷

⁷⁷ Doç. Dr. Orhan İDİL, *İşletmeciler için Genel İstatistik*, İstanbul 1983, s. 10, 13.

KORDSA
UYGULAMASI

7. KORDSA UYGULAMASI

7.1 KORDSA Hakkında Genel Bilgi

Kordsa fabrikası, Türkiye'nin kalbi olan İstanbul'a yaklaşık 100 km. uzaklıkta, İzmit-Köseköy'dedir. Lastik sanayiinin tüm ana firmalarının yer aldığı bu sanayi bölgesinde Kordsa, Derince Limanı vasıtası ile gemi ve tren sevkiyatlarını, Avrupa'yı Türkiye'ye bağlayan E-5 vasıtası ile de karayolu sevkiyatlarını kolaylıkla gerçekleştirmektedir.

Hacı Ömer Sabancı Holding önderliğinde Kordsa 1973 yılında kurulmuş ve üretime 1975 yılında başlamıştır. Mevcut Kordsa tesislerinde ithal edilen ipliklerden başlanarak büküm, dokuma ve terbiye işlemleri sonucu kord bezi üretilmektedir.

Büküm-dokuma kuruluş kapasitesi 3100 ton/yıl'dır. Türkiye ünitesi kuruluş kapa-sitesi ise 12000 ton / yıl' dır. 1978 yılındaki tevsi programı ile bugünkü büküm-dokuma kapasitesi 26000 ton/yıl, terbiye kapasitesi ise 28000 ton/yıl olarak gerçek-leştirilmiştir. Böylece Kordsa, dalında Avrupa'nın en büyüğü, dünyasında belli başlı kuruluşlarından biri durumuna gelmiştir.

En modern teknoloji ile nylon 6,66 rayon ve polyester ipliğinden lastik kordu üreten Kordsa, lastik kordu üretimi prosesleri için Good-Year Tire and Rubberco. Akron USA lisansı ve Uniroyal Enternasyonel lisansı almıştır.

Aldığı bu teknolojileri üstün başarısı ile kullanan Kordsa, geçen zamanla birlikte gerçekleştirdiği tevsiiler neticesinde endüstriyel üretim sanayiinin önder kuruluşlarından biri olmuş ve 1984 yılında devreye aldığı 2000 ton/yıl kapasiteli endüstriyel bezler üretim tesisinde kendi teknolojisini kullanmıştır.

Türkiye'deki Good-Year, Petlas, Pirelli ve Brisa lastik fabrikalarının lastik kordu ve chafer ihtiyacını karşılayan Kordsa, sahip olduğu kalite anlayışı ile kısa sürede dünya çapında teknik kabul görmüş ve üretiminin %50'sini Avrupa, Asya, Afrika ve Orta Doğu pazarlarına ihraç eder duruma gelmiştir.

7.1.1 Kord bezi kavramı

Kord bezi lastik içerisinde *reinforcement material (karkas maddesi)* olarak kullanılır. Şişirmeli lastiklerde, lastiğin çeşidine bağlı olarak ağırlıkça %5 ile %10 arasında bir paya sahip olmasına karşın lastiğin iskeletini oluşturur.

Bir yarı ürün olan kord bezi, lastik sanayiinin en kritik girdilerinden biridir. Kord bezinin hammaddeleri, nylon, rayon ve polyester iplikleridir.

7.1.2 Kord bezinin üretim aşamaları ve nedenleri

Kord bezi üretimi büküm, dokuma ve terbiye adı altında üç işlemi içermektedir.

7.1.2.1 Büküm

Kord ipliğinde genelde 140-210 arası filament bulunur. Lastik üretiminde kullanılan kord iplik lifleri bu filamentlerin meydana getirdiği kılcal ve sonsuz endüstriyel iplik demetlerinin bükülmesi ile yapılır.

Kord bezinin lastik karkası içindeki görevlerinden ikisi oldukça önemlidir. Bunlar *yüksek kopma mukavemeti* ve *yüksek yorulma mukavemeti* dir. Sentetik ipliklerde büküm verildiği zaman spiral yay özelliği kazanır. Yani ani sıkışma ve uzama yüklerinde kord ipliğinin yorulmasını azaltır. Belirli uzunluktaki ipliğe verilen büküm sayısı ipliğin yorulmaya karşı olan mukavemeti artır. Bununla beraber büküm sayısındaki artış ipliğin kopmaya karşı olan mukavemetine kötü yönde etki eder. *Yorulma mukavemeti* ve *kopma mukavemeti* özelliklerini uygun seviyede tutabilmek için lastik teknologları her lastik tipi için optimum büküm sayısını tespit ederler.

Kord ipliğine büküm verilmesinin bir nedeni de iplik yüzeyini genişleterek lastiğe daha iyi yapışmasını sağlamaktır. Tek katlı bükülmüş ipliklerin iki, üç ya da daha katlar yapacak şekilde katlı bükülmelerinin bir nedeni de budur.

7.1.2.2 Dokuma

Kord bezi, lastik yapımına başlanırken kalender ünitelerinde ince lastik hamuru ile kaplanır. İşte kord bezinin dokuma nedeni, bu kalenderleme sırasında kordların eşit aralıklarla ve birbirlerine aynı mesafede paralel olarak durmasını sağlamaktır. Lastik içinde, gelen yüke kordların direnci bu homojenlikle artar.

Atkı olarak kullanılan pamuk ipliğinin görevi sadece kordların paralellliğini sağlamaktır. Lastik içinde pamuk ipliğinin hiçbir görevi yoktur.

Lastik teknologları imal edilecek lastiğin cinsine göre kullanacakları kord bezinde desimetreye kaç kord düşeceğini ve bu kordların hangi atkı ipliği ile dokunacağını tesbit ederler. Kord bezi bu spesifikasyona göre dokunur.

7.1.2.3 Terbiye

Bu ünite de kullanılan hammaddeler çeşitli latex tipleri, formal dehit, kostik soda, amonyak olarak sıralanabilir.

Kord bezi, lastiğin iskeletini oluşturan, lastiğe şekil veren ve lastikte yük taşıyan bir malzemedir. Lastiğin içinde, lastik hamuru ile birlikte karmaşık bir yapı oluşturur. Terbiye işleminden geçmemiş kord, mukavemet yönünden lastik için yeterli ise de, elastikiyet, modülüs, sıcaklıkta boyca kısalma ve stabilite gibi diğer bazı faktörler açısından yeterli değildir.

Ham kordun elastikiyeti yüksek ve modülüsü düşüktür. Halbuki lastiğin *rigid* olabilmesi için, kordun modülüsü yüksek olmalıdır. Düşük modülüslü kordlar lastikte, *flot spotting*'e (boşa atmak/dönmek-topallama) sebep olur; ve lastiğin görüş rahatlığını etkiler.

Terbiye işleminden geçmemiş ham kordun sıcaklıkla kısılması daha düzensiz olduğundan lastiklerde ebad homojensizliğine yol açar. Eğer kordun sıcaklıktaki boyca kısılması belirli limitler arasında değilse ve dolayısı ile kararsız bir değişim gösteriyor ise, üretilen lastiğin ebatları da değişken olur. Çünkü lastik içine konacak kordun boyu üretilecek lastik ebadına göre sondan geriye doğru *çapraz kesici* açısına kadar hesap edilir.

Yukarıda bahsedilen sakıncaları gidermek ham kordun modülüs, uzama, kısılma gibi fiziksel özelliklerini dizayn mühendisinin istediği değerlere getirmek, korda stabilite kazandırma ve lastik hamuruna yapışma yani kord bezinin yapışmasını temin etmek için terbiye işlemi yapılır.

7.2 Endüstriyel Bezler Kavramı ve Aranılan Özellikler

Kordsa gerçekleştirdiği tevsii programı içerisinde kurmuş olduğu endüstriyel bez tesisinde kendi teknolojisi ile konveyör bezi, chafer ve diğer teknik bezleri üretmektedir.

Kord bezinden farklı olarak çözgüsü ve atkısı ya da karışımı olan ve sık dokunan bezler *endüstriyel bez* adını alır.

Kordsa 'nın ürettiği bezlerden biri olan chafer bezi, lastiğin topuk kısmında kullanılır. Bilhassa ağır vasıta lastiklerinde, tuples (iç lastiksiz) lastiklerde kullanılmaktadır. Lastik içindeki en önemli görevi, lastiğin topuk kısmını (lastiğin jantla temas ettiği kısım) sürtünmeye karşı korumaktadır.

Chafer bezinin kendisinden beklenen işi iyi görebilmesi için dokusundaki atkı ve çözgü ipliklerinin birbirini dik keserek kareler oluşturması gerekir. Ayrıca döküm hatalarının az olması, lastik hamuruna yapışma özelliğinin iyi olması, mukavim ve esnek olması arzu edilir. İç lastiksiz (tuples) lastiklerde kullanılan chafer bezlerinde hava geçirmezlik özelliği de istenir. Chafer bezinin üretiminde en çok kullanılan elyaf yüksek mukavemetli nylonudur.

Konveyör bezleri, konveyör bantı yapımında ve iki sabit nokta arasında mal taşımada kullanılır. Göreceği işe göre, birkaç kat konveyör bezinin altı ve üstü lastikle kaplanarak konveyör bantı elde edilir.

Konveyör bezinden istenilen belli başlı özellikler, mukavemet, boyutsal denge, ısıya, rutubete karşı az duyarlılıktır. Konveyör bezlerinde özellikle boyuna esnemenin mümkün olduğu kadar küçük olması istenir. Çürümeye, darbelere, sürtünmeye direnci yüksek olmalıdır.

Endüstriyel bezlerde ki üretim aşamalarının ve nedenlerinin kord bezinden farkı yoktur. Yukarıda da bahsedildiği gibi üretilen bezlerin (chafer, konveyör) istenilen özelliklere sahip bir ürün olarak elde edilmesidir.

Endüstriyel bezler üretim aşamaları şunlardır :

I- Büküm- çözgüleme

2- Dokuma

3- Terbiye

7.3 Hammaddeler

Kord bezi üretiminde kullanılan iplikler :

1- Nylon 6

2- Nylon 66

3- Rayon

4- Polyester

5- Pamuk

7.4 Ham İpliklerde Kontrol Edilen Özellikler

1- İplik no (dtex)

2- Kopma mukavemeti

3- Kopma uzaması

4- Belirli kilogramda uzama

5- Özgül mukavemet

6- Kısılma

7- Nem yüzdesi

8- Bobin patron ve ambalaj özelliği

7.5 Kordsa'da Kalite Güvenliği Sistemi

Tüm ilgilenenlere (üst yönetim, müşteri ve resmi otoritelere), kalite fonksiyonunu tüm departmanlarda yeterli ve etkin bir şekilde yürütüldüğüne, yerine getirildiğine dair bilgileri sağlayan, veren kanıtlama faaliyetleri sistemidir.

Her üretici, işletme içinde ve müşterilere karşı ürünlerin kusurlu olmadığını güvencesir sağlayıcı tedbirleri almasını öngörür.

Bu sistem, kalite programının yeterliliğinin ve etkinliğinin gerektiğinde düzeltici olma üzere sürekli denetlenmesini öngörür.

Kalite güvenliğinin sağlanmasında bir dizi istatistiksel tekniklerden ve grup çalışmalarından faydalanmak da vardır. Bu tekniklerin tümüne İKK (İstatistiksel Kalite Kontrolü) denir.

Kalite güvenliğinin ana unsurları :

- 1- Bir planın var olması,
- 2- Planın, uyulduğunda iyi netice vereceğinin irdelenmesi,
- 3- Plana uyulup uyulmadığının denetlenmesi.
- 4- İşlemlerinin özellikle ilgili bölümlerce yerine getirilmesidir,

7.5.1 Kordsa kalite sisteminin gelişimi

1975 - Proses Kontrol

1978 - Toplam Kalite Kontrol

1986 - Kalite Güvenliği

1987 - Kalite güvenliği + İKK

1990 - Kalite Güvenliği + İKK + Kalite Çemberleri

1993 - Kalite Güvenliği + İKK + Kalite Çemberleri + ISO 9001

7.5.2 Kordsa'nın kalite güvenliğine geçmesinin ana motivleri:

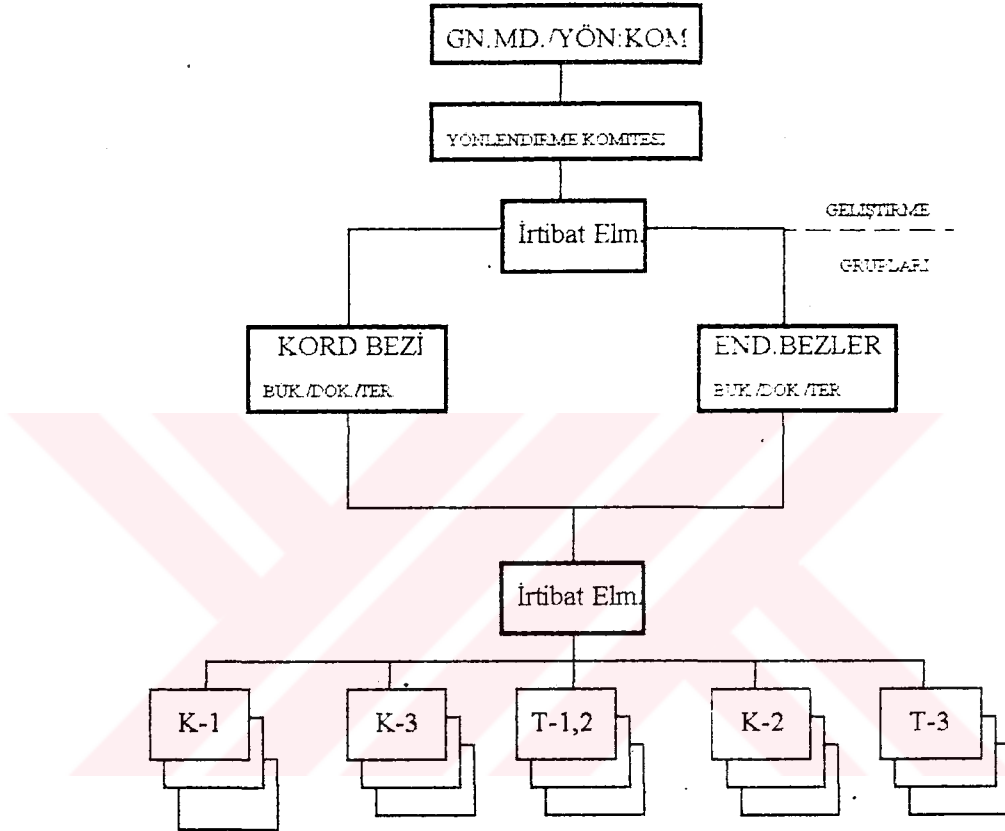
Mevcut kalite kontrol teşkilatını

- a. Kalitenin planlanması,
- b. Kalitenin kanıtlanması faaliyetlerine daha fazla çekmek,
- 1- Kalitenin sağlanması için tüm kesimlerdeki potansiyeli harekete geçirmek
- 2- Her işi ilk defada doğru yaptırma ilkesinin işlenmesi
- 3- Kalite Güvenliği Müdürlüğünü, işletmeyi ve diğer ilgili departmanları
- a. İstatistiksel kalite kontrol sistemi çalışmalarına yönlendirmektir.

KORDSA

İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL GRUPLARI

ORGANİZASYON ŞEMASI



7.5.3 Kalite güvenliğinde varılan nokta

1- Kalite Güvenliği Sistemine tüm ünitelerde başarıyla devam etmektedir.

2- Bu sistemle eskisinden daha çok hata ve daha erken yakalanmaktadır.

7.5.4 İstatistiksel proses kontrol sistemi (İPK)

Bu sistem Kalite Güvenliği Sistemi içinde, kalitenin sağlanmasına yardımcı bir araçtır.

İPK'un Tanımı

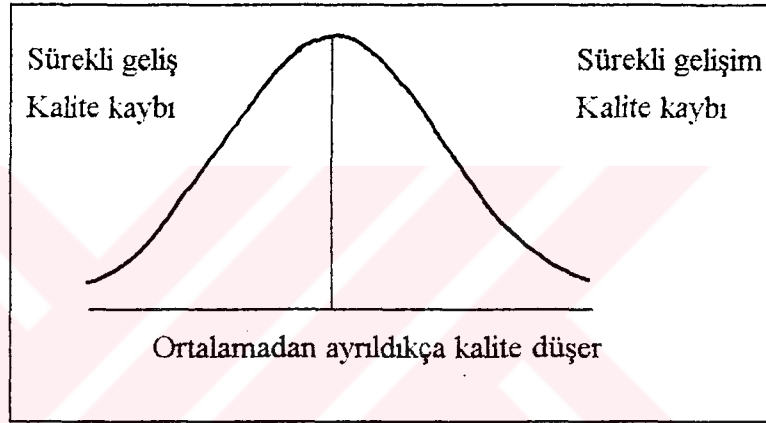
İPK bir prosesin olağan biçimde devam edip etmediğinin istatistiksel yöntemlerle kontrol edilmesi, olağan dışı bir durum varsa bunun farkedilmesi ve oluşumun sebeplerinin belirlenerek ortadan kaldırılmasıdır.

İPK Sistemi

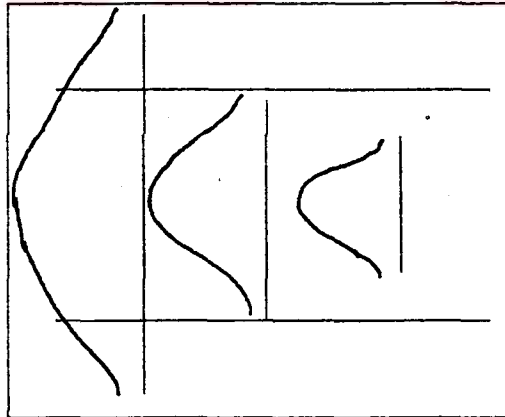
Geniş anlamda, prosesi karakterize eden, tüm işletme faaliyetleri ile ilgili ölçüm ve analizlerin gerektirdiği teknik ve yöntemler dizisidir.

7.5.5 İPK'nın amacı

Ürünün ana kalite karakteristiğindeki değişkenliği sistematik olarak azaltmaktadır (Şekil 7.1). Bununla anlatılmak istenen ;



Normal Dağılımda Örnek Hata Paylarının Gösterilmesi :



Şekil 7.1

İstatistiksel Proses Kontrol özetle aşağıdaki gibi gösterilebilir :

İstatistiksel	Veri ve Rakamlarla
Proses	Proses ve ürünün karakteristiklerinin incelenmesi ile
Kontrolü	ürün ve prosesin istediğimiz şekilde oluşması ve davranmasını yönlendirir.

Yönlendirme aşamasında aşağıdaki hususlar geçerlidir :

- 1- Doğal limitler dışında davranışın muhakkak bir sebebi vardır.
- 2- Özel sebep ortadan kaldırıldığı zaman olumsuz durumda ortadan kalkar

7.5.6 İstatistiksel proses kontrol sisteminde sorumluluklar

Grup	Sorumluluk
İşletme Kilit Personeli	İPK grafiklerini takip eder, aksaklıklara müdahale eder
Üniteler	İPK yöntemi ve çeşitli teknikleri (deneysel çalışmalar, problem çözümleriyle) kullanarak sapmaların azaltılmasını sağlarlar.
Kalite Güvenliği	Başlangıç aşamasında (özellikle) uygulamaya yardım eder.
Yönetim	Programı destekler ve yönlendirir.

7.5.7 İstatistiksel proses kontrolü ile ilgili önemli konular

1- İPK yöntem ve tekniklerinin kullanımı, işletmenin vazgeçilmez bir parçası olmalıdır.

2- İPK'ü sadece kalite güvenliği bölümünün konusu değildir. Tüm üretim ve diğer birimlerin elemanlarının katılımı ile gerçekleştirilecek bir uğraştır.

3- İPK daha geniş bir anlamda :

a. Veri toplama sistemi

b. Tekniklerin etkin kullanılması

c. Kalite çemberi, öneri sistemi ile birlikte bir bütündür. Bu bütünlük muhafaza edilerek kullanılmalıdır. Bu noktadan bakıldığında; Japonya bütün bu yönleri kararlılık ve uyum içinde yürütebildiği için başarılıdır.

7.5.8 İstatistiksel proses kontrolünün çevremizde ve dünyadaki uygulamaları

1- Batı Dünyası ve Japonya'da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

2- Bu konuda en başarılı ülke Japonyadır.

3- Bilinen uygulamalar :

* Brisa : Etkin bir şekilde kullanılıyor

* Pirelli : Kısmen kullanıyor

* Good-Year : Etkin bir şekilde kullanıyor

* BTR : Kullanıyor

* Firestone : Etkin bir şekilde kullanıyor

* Dupont : Etkin bir şekilde kullanıyor

* Beksa : Etkin bir şekilde kullanıyor

* Philips : Etkin bir şekilde kullanıyor

* Tofaş : Yeterince kullanıyorlar

* Arçelik : Kalite kontrol grupları ağırlıklı

* T. Şişe Cam : Etkin bir şekilde kullanıyor

7.5.9 İstatistiksel proses kontrol yaklaşım tarzı

1- Hata bulma değil, hata önleme yöntemidir.

2- Toleranslara uygunluk değil, sistemdeki dalgalanmalar takip edilir.

3- Tolerans limitleri değil, kontrol limitleri takip edilir.

4- Problem çözme yolu değildir. Prosesin hatalarını bize gösterir.

5- Gizli irdeleme yolu ile değil proses hedefinden sapmaları bize açıkça gösteren ve önlem alınmasını sağlayan bir yöntemdir.

6- Parametrelerdeki varyasyonları durmadan azaltmak tolerans limitlerini nominal değere doğru yaklaştırmakla ve üretimde gerekli düzeltmelerle sürekli gelişim sağlamaktır.

7- Karmaşık hesap yolu ile değil, rakam ve verilerden anlam çıkartma ve proses hakkında karar verebilme yöntemidir. Gelişi güzel çözüm arayışı değildir.

8- Sistemdeki dalgalanmaların nedenleri ;

a. Şansa bağlı değişkenlerden (doğal %85)

b. Özel nedenlere bağlı değişkenlerden (özel %15) olabilir.

9- İPK'nün metodları

a. Prosesin gözetlenmesidir

b. Proses hakkında araştırma yapılmasıdır

c. Proses hakkında bilgi birikimidir

7.5.10 İstatistiksel proses kontrolünün firmaya sağladığı yararlar

1- Çalışanların programa katılması ve sahip çıkması ;

a. Karar vermede geniş katılım

b. İşlemin yorum ve yararında, en alt kullanıcıya kadar, yararlı bir araçtır.

2- İPK grafikleri ;

a. İşçi, yönetici, teknik gruplar arasında birleşme noktası oluyor.

3- Ürün kalitesi ve homojenlik geliyor, müşteri memnuniyeti artıyor.

4- Telef, kırmızı-sarı hold olan mal azalıyor. Maliyet düşüyor.

5- Verim artıyor.

6- Uygun kabul örnekleme ile kontrol maliyeti azalıyor.

7- Gereksiz müdahaleler önleniyor.

8- İstatistiksel tekniklerin uygun kullanılması ile en az veriden anlamlı en fazla bilginin türetilmesi sağlanıyor.

HEDEF : Her zaman olduğu gibi, firmanın karını arttırmak ve müşteri memnuniyetini sağlamaktır.

7.5.11 İPK yaklaşımı

1- İPK prosese sistematik bir şekilde yaklaşır.

2- Bu yaklaşım detayda aşağıdaki teknik çalışmaları gerektirir.

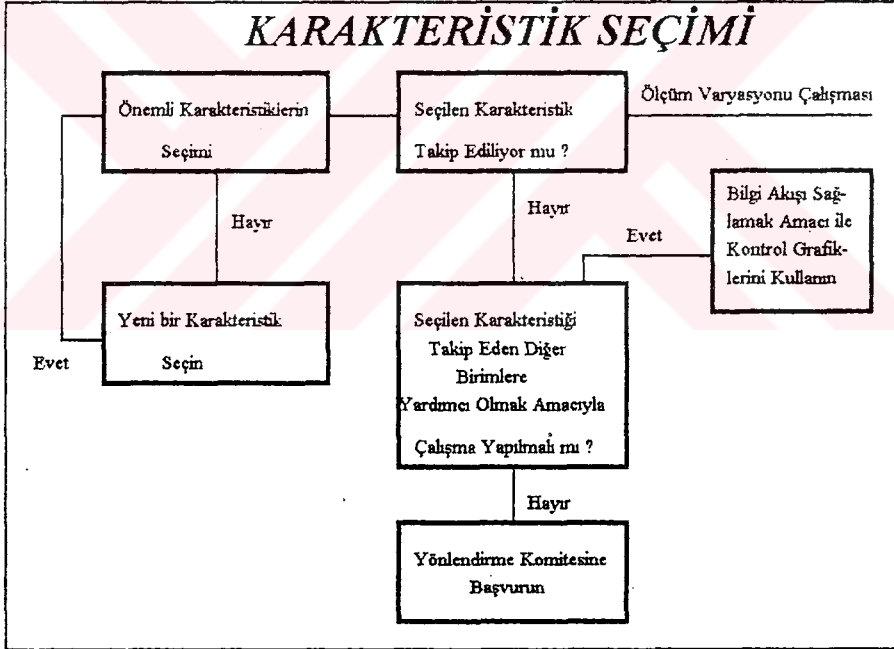
a. Ürünün ya da prosesin önemli karakteristiğinin seçilmesi

b. Ölçüm varyasyonu

c. Proses potansiyeli

d. Proses performansı

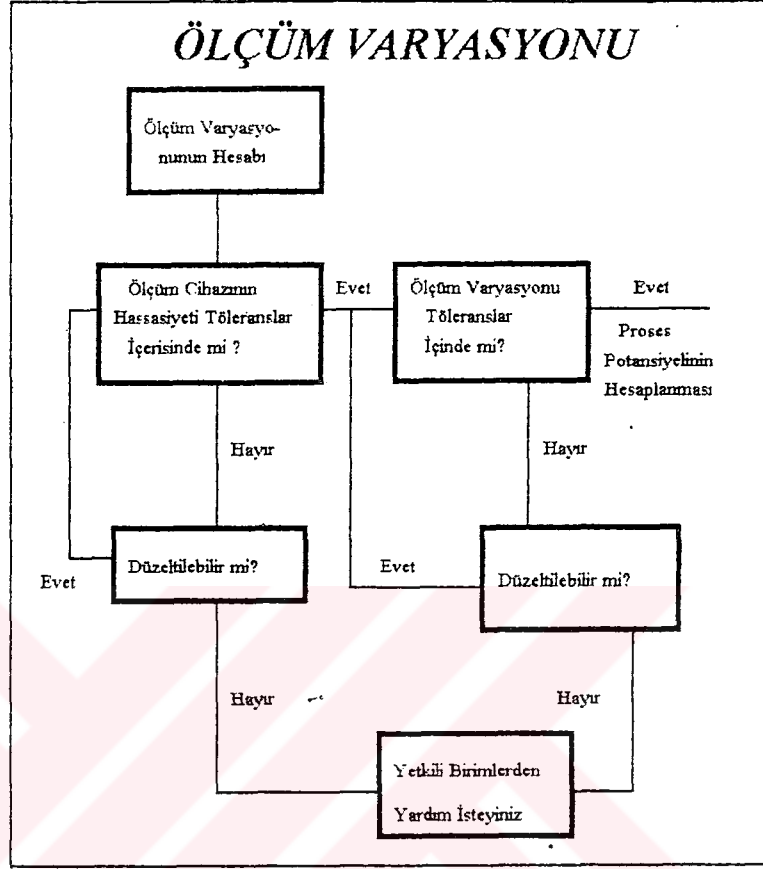
e. Prosesin geliştirilmesi (homojenliğin artırılması)



7.5.12 Önemli karakteristiğin seçimi

Seçilen proses ya da ürün karakteristiği devamlı izlendiğinde istatistiksel proses kontrolü ile ilgili çalışmalar yapıldıktan sonraki değişiklikler net olarak görülebilmektedir.

Takip edilmesi düşünülen karakteristik adedi üçü geçmemelidir.



7.5.13 Ölçüm varyasyonunun tesbiti

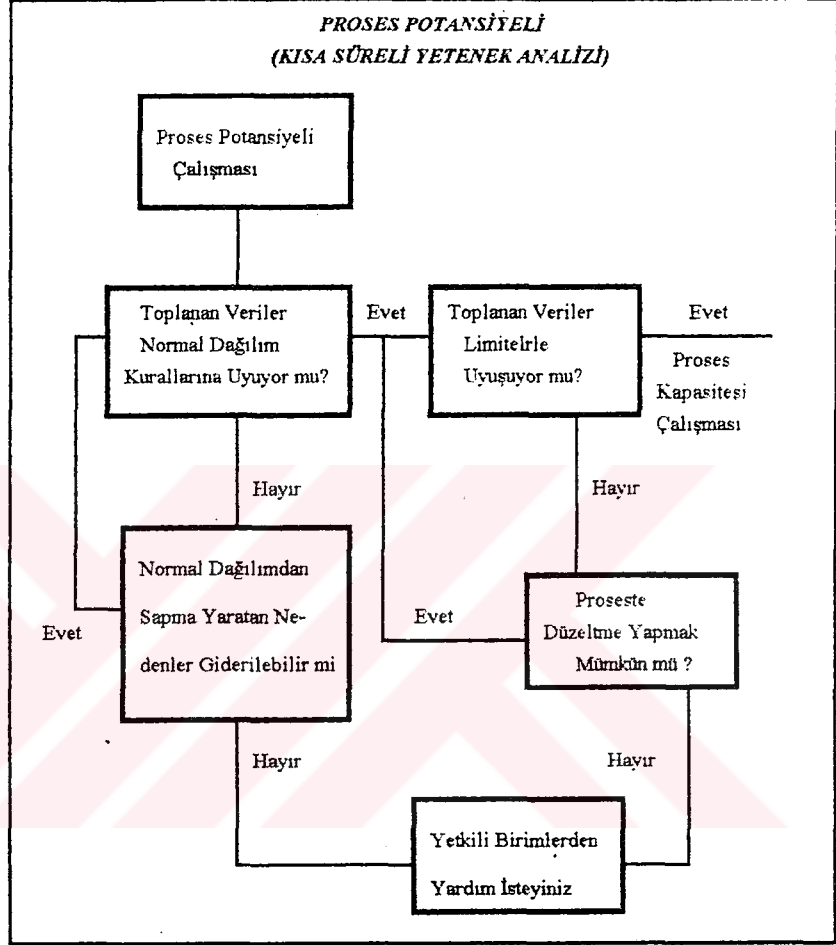
1. Ölçüm cihazlarının kullanımı esnasında, gerek ölçüm cihazında gerekse testi yapan operatörler tarafından test neticelerini etkileyen bir varyasyon çıkar. Proses kapasitesinin ve potansiyelinin hesaplanmasından önce ölçüm varyasyonunun hesaplanarak spek limitleri ile karşılaştırılmalı olarak incelenmesi gerekir.

2. Ölçüm varyasyonu hesaplandıktan sonra, toplam tolerans içerisindeki yüzdesi bulunur; ve bu değer kritik görüldüğü takdirde azaltılması için gerekli çalışmalar yapılır. Sonuç olumsuz olduğu takdirde ölçüm cihazı değiştirilir ve operatörler yeniden eğitime tabi tutulur.

3. Yapılan değişiklikten sonra da test neticelerinin varyasyonu, kritik değerler vermeye devam ediyor ise limitlerin geniş kabul edilmesi gerekir.

7.5.14 Proses yetenek analizi çalışması

1. Bu aşamada makinelerin kendi içerisindeki varyasyonu haricinde üründe sapma ve dalgalanmalar yaratan bütün faktörler incelenir. Bu amaçla farklı makinelerde, farklı zamanlarda üretilmiş numuneler alınarak test neticeleri üzerinde istatistiksel analizleri yapılır.



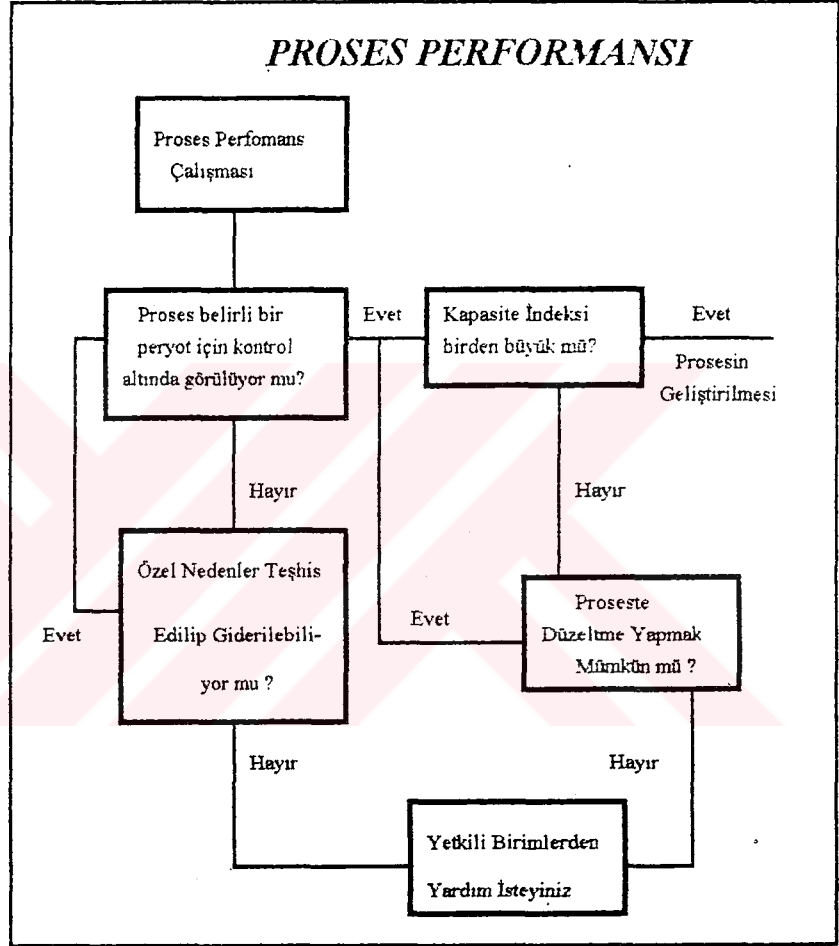
2. Ürün varyasyonunu etkileyen ana faktörler tesbit edildikten sonra toplam varyasyon ve aritmetik ortalama limitler ile karşılaştırmalı olarak incelenir. Limit dışına çıkan yüzdelere kritik görüldüğü takdirde toplam varyasyonu teşkil eden faktörlerin daha stabil hale getirilmesi için çalışmalar yapılır.

3. Yapılan bütün çalışmalara rağmen toplam varyasyon ya da aritmetik ortalamalarda herhangi bir gelişme sağlanamıyorsa toleransların ya da nominal değerin değiştirilmesi yoluna gidilmelidir.

7.5.15 Proses performans çalışması

1. Proses potansiyeli ve proses kapasitesi çalışmaları yapıldıktan sonra prosesin genel durumunu zaman içerisinde takip etmek, gözlemek gerekir. Bu amaçla belirli periyodlarla prostesten alınan numunelerin test neticelerini spek nominal değeri ve tolerans limitleri ile karşılaştırmalı olarak incelemek gerekir.

2. Yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan varyasyon kaynakları ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.



7.6 Hammadde Kabul Örnekleme Sistemi

7.6.1 Hammadde Örneklemesinin Önemi

Bir firmada, son ürün kalitesinin kontrolü herşeyden önce ürünün yapımında kullanılan hammaddelerin kontrol edilmesi ile başlar.

Ham madde kalitesinin örneklem e sırasında sıkı kontrolu ;

- a. Emek yoğun ve,
- b. Pahalı olması sebebi ile;

Örneklem e kütlesinin, ana kütlenin özelliklerini yansıtm aı kaydı ile mümkün olan en küçük miktardan oluşması daha pratik ve de daha ekonomiktir.

7.6.2 Kordsa'da ham madde örneklem e mevcut durum

Kordsa'da tanımlanmış ham madde statüleri üç ayrı grupta toplanmaktadır.Bunlar;

- 1- Yeni ham madde
- 2- Sınırlı kabull ham madde
- 3- Tam kabullu ham madde

7.6.2.1 Yeni ham madde

- 1- İpliklerde değerlendirme 1-5 bobin üzerinden yapılmaktadır.
- 2- rnek bobinlerin $\bar{x}$, σ , min, max, range gibi istatistiksel değerleri Kordsa tarafından denenmiş eşdeğer ipliklerin istatistiksel parametreleri ile karşılaştırma lı ince-lenerek örnek değerlendirilir.
- 3- Kimyasal maddelerde de benzeri uygulama örnek bazında gelen hammaddenin tesbit edilen özelliklerinin karşılaştırma lı değerlendirilmesi ile sürdürülmektedir.

7.6.2.2 Sınırlı kabull hammaddede örneklem e

- 1- Deneme için getirilen parti genellikle 1-5 bobin arasındadır.
- 2- Deneme lotundan alınan örnek addi beş bobindir.
- 3- Bobinler farklı kutu ambalajlardan rastgele alınır.
- 4- Ham madde performansı işletme deneme çalışmasında takip edilerek genel değer-lendirme yapılır.

7.6.2.3 Tam kabull hammaddede örneklem e

- 1- Gelen her konteyner bir lot olarak belirlenir.
- 2- Lot hacmi genellikle 10-20 ton arasındadır.

3- Örnek adedi olarak her lottan bir bobin alınmaktadır.

4- Arada bir *American Standart and Test Methods*'a göre örnekleme yapılır.

7.6.3 İstatistiksel Kabul Örnekleme Sisteminde Temel Unsurlar

Bir örnekleme planı oluşturulurken aşağıda belirtilen üç temel unsur göz önünde bulundurulmalıdır :

1- Örnek sayısı

2- İstatistiksel değerler

3- Karar kriterlerinin oluşturulup kabul ya da red kararının verilmesi

7.6.4 Kordsa'da Uygulanabilecek Alternatif Örnekleme Yöntemleri

7.6.4.1 American Standart and Test Methods'a (A.S.T.M) göre örnekleme

Bu yöntemle göre Kordsa'ya gelen partiden aşağıda belirtilen miktarda levent ya da palet rastgele açılır. Açılan levent ya da paletlerden ikişer adet bobin (leventlerden çözgü) rastgele alınır.

<i>Lottaki levent-palet sayısı</i>	<i>Açılacak levent-palet sayısı</i>
1 ise	1
2-4 ise	2
5-9 ise	3
10-19 ise	4
20 ya da daha fazla ise	5

Alınan örnek sayısı 9 adetten fazla olmaz. Örnek alınan levent ya da paletler kapatılarak üzerine **numune alınmıştır** etiketi yapıştırılır. Leventlerden alınan çözgüler ayrı ayrı siyah politenlere konarak kapatılır.

7.6.4.2 Tekli örnekleme

Bu yöntemle göre Kordsa'ya gelen partiden bir adet levent ya da palet rastgele açılır.

Açılan levent ya da paletten bir adet bobin ya da kord rastgele alınır.

7.6.4.3 Ham ipliklerin gözle kontrolu

Yöntem : Kontrol sırasında kutu ve poletilen ambalaj içerisinde bobin olarak tırlarla Kordsa'ya gelen ham iplikler boşaltılmadan önce ve boşaltım sırasında aşağıdaki hususlar uygulanır.

1- Kutu ve bobinlerde ;

a- Hasarlanmış palet ya da bobin olup olmadığı,

b- Islanma, kirlenme ve yağlanma,

c- Ambalaj şeklinin firmayla yapılan anlaşmaya uygun olup olmadığı,

d- Ambalaj üzerindeki etiket, diğer yazı ve işaretlerin Kordsa formlarına uygun olup olmadığı,

e- İplik cinsi ve tipinin spesifikasyona ve siparişe uygunluğu (dtex, cinsi, tipi, kaynak numarası).

2- Yukarıdaki hatalardan herhangi biri görüldüğünde kalite uyarı red formu düzenlenerek birinci nüsha ürün kontrol şefliğine, ikinci nüsha kalite güvenliği şefliğine iletilir. Üçüncü nüsha üzerine asılır.

ÖRNEK : Kordsa'ya 26-01-1993 tarihinde gelen ham çözgü ipliği test sonuçları aşağıdaki gibidir.

	Min	STD	Max	TM	XO	SO	RO
Fiili ip. no :	0.370	0.400	0.430	H0102	0.396	00.00	00.00
Kopma Muk.Kg. :	11.30	12.10	12.90	H1201	12.40	00.21	00.60
Tena gr/dtex :	07.70	00.00	00.00		08.90	00.00	00.00
Easl %4.5 kg :	0.720	07.90	08.60	H1201	08.10	00.07	00.20
Easl %6.8 kg :	09.00	09.80	10.60	H1201	10.10	00.07	00.20
Easl %4.5 kg :	10.70	11.60	12.50	H1201	11.90	00.05	00.10
Kopma uzama :	15.00	16.80	18.60	H1201	17.10	00.62	01.60
Büküm TPM :	00.00	00.00	00.00		00.00	00.00	00.00
Nem kazanma :	02.50	03.10	03.70	H0201	00.00	00.00	00.00
Finish % :	00.00	00.00	00.00	H4101	00.00	00.00	00.00
Kısalma % :	05.60	05.96	06.86	H3101	00.00	00.00	00.00

MALZEME	:	NYLON
PARÇA ADEDİ	:	44
SİPARİŞ NO	:	1
GELİŞ TARİHİ	:	26.01.1993
Numune Sayısı	:	8
EASL	:	Belirli kg'da uzama
TENACITY	:	Sıklık
BÜKÜM TPM	:	1m'deki büküm
FINISH	:	Üzerindeki finish maddesi
TM	:	Test metodu
XO	:	Ortalama
SO	:	Sapma
RO	:	Range

7.7 Limit Hesaplama Yöntemleri

4.10.1' de verilen kontrol grafiği ile ilgili tanımda grafik üzerinde üç çizgi yer aldığı, birinci çizgi ilgilenilen karakteristik Y olarak tanımlanırsa, proses kontrol altında iken Y 'nin ortalama değerini gösteren orta çizgi, ikinci ve üçüncü çizgilerin ise, örnek değerlerinin aralarına düşmesi beklenen üst ve alt kontrol limitleri olduğu belirtilmiştir.

Söz edilen çizgiler ilgilenilen karakteristik Y 'ye göre sırası ile, OC_y , $ÜKL_y$ ve AKL_y idi. Y sürekli (yapışma mukavemeti, kopma mukavemeti, easl, lase gibi) ya da süreksiz değer (düzensiz sarım, kopuk kord, ondülasyon gibi) alabilen bir proses karakteristiği de olabilir.

7.7.1 Ortalama kontrol grafiği limit hesaplama yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi

1- Ortalama kontrol grafiklerinde kullanılan limitler ($\sigma_{\bar{x}}$) :

Herhangi bir örnek grubuna ait örnek ortalamalarının standart sapması ($\sigma_{\bar{x}}$), örnek grubu aritmetik ortalamalarının ortalamasına ($\bar{\bar{x}}$) eklenip çıkartılarak alt ve üst kontrol

limitleri hesaplanabilir.

Halen Kordsa'da veri derlemesi için kullanılan sistem bu metodun uygulanmasına müsaittir. Ancak hesaplama neticesinde elde edilen limitler örnek ortalaması ($\bar{x}$) ve örnek standart sapma ortalaması ($\bar{s}$) kullanılarak hesaplanan limitlere kıyasla farklı neticeler verebilir.

$$AKL = \bar{x} - 3 \cdot \sigma_x$$

$$ÜKL = \bar{x} + 3 \cdot \sigma_x$$

2- Örnek değişim aralığı ortalaması (R) kullanılarak hesaplanan limitler

Örnek değişim aralıklarının ortalamasının (R) alınması ve gerekli katsayıların kullanılması ile alt ve üst kontrol limitleri hesaplanabilir.

Bu metodun Kordsa'da kullanılabilmesi için veri derleme sisteminde bir takım revizyonların yapılması gereklidir. (Örnek : Mukavemet ve uzamalar gibi)

$$AKL = \bar{R} \cdot D_3$$

$$ÜKL = \bar{R} \cdot D_4$$

3- Örnek standart sapma ortalaması ($\bar{s}$) kullanılarak hesaplanan limitler

Örnek standart sapma ortalamalarının (s) hesaplanması ve gerekli katsayıların kullanılması ile alt ve üst kontrol limitleri bulunabilir.

Kordsa'da kullanılabilmesi için veri derleme sisteminde revizyonlar yapılmalıdır.

$$AKL = \bar{x} - 3 \cdot \sigma_s$$

$$ÜKL = \bar{x} + 3 \cdot \sigma_s$$

1 nolu metod kullanılarak hesaplanan limitler, 2. ve 3. metodlar kullanılarak hesaplanan limitlere kıyasla farklı neticeler verecektir.

Bununla beraber neticeler arasındaki farklılığın limitleri, hesaplanması istenen özelliğe kıyasla kritik olup olmadığı araştırılıp uygulama açısından en pratik metodun seçimi yapılabilir.

ÖRNEK : Kordsa'ya gelen çözgü ipliğinde mukavemetin minimum 20 kg. olması gerektiği belirlenmiştir. Test için leventlerden tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilen 2'şer örneğe ait ortalamalar aşağıdadır. İncelenen mukavemet değeri için numunelere ait ortalamaları test edelim.

Çözümlü İpliği (Nylon) Mukavemet Test Ortalamaları ($\bar{x}$)

(1) 33.79	(11) 25.4	(21) 26.19	(31) 26.9
(2) 33.8	(12) 24.03	(22) 25.61	(32) 26.9
(3) 28.5	(13) 20.5	(23) 25.6	(33) 21.1
(4) 32.3	(14) 22.86	(24) 26.1	(34) 26.14
(5) 33.78	(15) 20.72	(25) 23.38	(35) 27.91
(6) 21.31	(16) 21.8	(26) 26.06	(36) 26.5
(7) 27.4	(17) 21.3	(27) 23.51	(37) 26.49
(8) 24.13	(18) 24.74	(28) 22.4	(38) 28.37
(9) 27.62	(19) 25.2	(29) 22	
(10) 23.8	(20) 22	(30) 23.38	

Kontrol limitleri (1) nolu metoda göre hesaplanmıştır.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n} = \frac{971.02}{38} = 25.55$$

$n > 30$ olduğundan,

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2}{n}} = 3.47$$

$$AKL = \bar{\bar{x}} - 3 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 25.55 - 3 \cdot 3.47 = 15.14$$

$$ÜKL = \bar{\bar{x}} + 3 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 25.55 + 3 \cdot 3.47 = 35.96$$

Kordsa'da limitlerin alt ve üst sınırları için bir prosedür oluşturulmuştur. Bu prosedürdeki limit değerleri geçmiş tecrübelerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Öyle ki **kalite güvenliği**, sadece önüne getirilen birkaç örnek değerine bağlı kalarak limit vermemektedir. Örnek sayısı karar vermek için yeterli olmayabilir; ölçümlerde hata yapılmış olabilir. Bu nedenle geçmişte aynı proses için verilmiş limitlere ve prosedüre bakılarak limit verilir.

Yukarıda ki örnekte min limit 20 kg. olarak verilmiştir.Fakat hesaplama sonucunda limit 15 kg. olarak bulunmuştur. Oysa ki 15 kg. çok düşük bir limit değeridir. Örnek ortalamaları da 20'nin üzerindedir.

Prosedürden ve geçmiş tecrübelerden yararlanarak limit 20 kg. olarak belirlenmiştir.Sonuç olarak bütün örnek ortalamaları 20'nin üzerinde olduğundan gelen çözgü ipliğinin tamamı kabul edilmiştir.

7.7.2 Büküm ünitesinde örnekleme

Kordsa'da hammadde aşamasında olduğu gibi, üretim aşamalarında da hedefe ulaşmada sapma olup olmadığının kontrolü için örnekleme yöntemi kullanılmaktadır.

Büküm prosesinde, bobinlerin gerilimi, mukavemeti, büküm sayısı ve devir sayısı tesbit edilmektedir.Devir sayısı ve gerilim için tam sayım, büküm sayısı ve mukavemet için de tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmaktadır.

Bir büküm makinesinde 132 tane bobin bulunmaktadır.Devir sayısı ve gerilim için bu bobinlerin hepsi teste tabi tutulmaktadır.Elde edilen test sonuçlarına göre her makine için aritmetik ortalama ($\bar{x}$) ve standart sapma ($\sigma \bar{x}$) hesaplanmaktadır. $\bar{x}$, σ ile AKL ve ÜKL bulunarak, kontrol amacı ile ikinci bir tamsayım yapılır.Bu tamsayım için de $\bar{x}$ hesaplanır.

Aritmetik ortalaması limitler içerisinde çıkan makede üretime devam edilir.Limitler dışında çıkan makine için ise ya yeniden ölçüm yapılır ya da bu durumun nedenleri araştırılır.

Kord ipliğine büküm verilmesinin yorulma ve kopma mukavemeti açısından önemli olduğunu, büküm sayısındaki artışın ipliğin kopmaya karşı olan mukavemetine kötü yönde etki edeceğini daha önce belirtmiştik. Bu nedenle mukavemetleri uygun seviyede tutabilmek için her lastik tipine göre optimum büküm sayısı tesbit edilmiştir.

Optimum büküm sayısının kontrolü amacı ile tesadüfi örnekleme metodu ile her makedeki 132 bobin arasından numuneler seçilerek testleri yapılır. Limitler arasında çıkan makinelerde üretime devam edilir. Çıkmayanlar da ise ya yeniden ölçüm yapılır ya da sebepleri araştırılır.

ÖRNEK : Büküm prosesinde, aynı büküm sayısına sahip Ny 6 iplikleri, büküm sayısının kontrolü amacı ile teste tabi tutulmuşlardır. Test için 200m. iplik üretildikten sonra her makeden tesadüfi örnekleme metodu ile 10 bobin seçilmiş ve her bobinden 1'er metrelik 5 adet numune alınmıştır.Bobinlere ait örnek ortalamaları aşağıdadır.

Büküm Aşamasındaki 1 m. lik Korddaki Büküm Sayısı Ortalamaları ($\bar{X}_i$)

(1) 460	(17) 463	(33) 462	(49) 461	(64) 449	(79) 453
(2) 450	(18) 470	(34) 451	(50) 452	(65) 455	(80) 459
(3) 458	(19) 456	(35) 458	(51) 465	(66) 470	(81) 453
(4) 455	(20) 455	(36) 449	(52) 462	(67) 450	(82) 452
(5) 468	(21) 463	(37) 454	(53) 446	(68) 468	(83) 446
(6) 460	(22) 464	(38) 459	(54) 459	(69) 452	(84) 453
(7) 463	(23) 465	(39) 463	(55) 463	(70) 460	(85) 463
(8) 453	(24) 453	(40) 464	(56) 450	(71) 449	(86) 459
(9) 461	(25) 476	(41) 457	(57) 468	(72) 474	
(10) 461	(26) 456	(42) 458	(58) 468	(73) 457	
(11) 463	(27) 467	(43) 454	(59) 459	(74) 451	
(12) 472	(28) 450	(44) 460	(60) 464	(75) 462	
(13) 456	(29) 458	(45) 455	(61) 462	(76) 456	
(14) 465	(30) 464	(46) 466	(62) 456	(77) 464	
(15) 451	(31) 461	(47) 451	(63) 461	(78) 456	
(16) 456	(32) 458	(48) 456	(64) 449	(79) 478	

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum x_i}{n} = 45.97$$

$n > 30$ olduğundan,

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2}{n}} = 8.83$$

$$AKL = \bar{x} - 3 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 45.97 - 3 \cdot 8.83 = 19.48$$

$$ÜKL = \bar{x} + 3 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 45.97 + 3 \cdot 8.83 = 72.46$$

Yapılan testte elde edilen tüm değerler alt kontrol limitinin üstünde olduğundan hepsi kabul edilmiştir.

7.8 Kontrol Grafiği

Kordsa'da işçisinden en üst yöneticisine kadar herkes istatistik konusunda eğitilmiştir; ve çalışmaları sırasında istatistikten yararlanmaktadırlar.

İşletme içerisinde her üniteye panolar yer almaktadır. Bu panolarda her üniteye ait istatistiksel proses kontrol grafikleri asılıdır.

Üretim sırasında kontrol amacı ile yapılan ölçümlerden elde edilen değerler bu grafik üzerine işaretlenmekte, ölçümlerin limitleri aşp aşmadığı ya da grafiğin oluşumunda bir anormallik olup olmadığı incelenmektedir.

Anormal bir durum oluştuğu zaman nasıl davranmaları gerektiğini gösteren açıklamaların bulunduğu prosedürlerde bu panolarda asılıdır.

Böylece işçi anormal bir durumla karşılaştığı zaman ne yapması gerektiğini bilmektedir. Böylelikle zamandan tasarruf sağlanmakta ve daha fazla verim elde edilebilmektedir.

Kontrol Grafiği

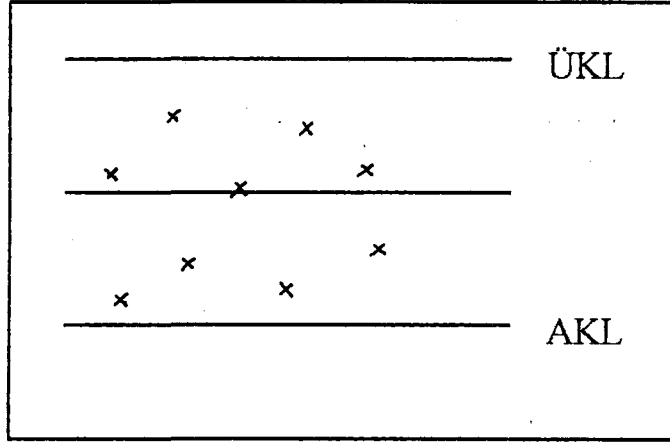
Verilerin toplandığı şekilde değiştirilmeden sıralı olarak işaretlenip yazılarak oluşturulan grafiklerdir.

Bir kontrol grafiğinin çizimi için,

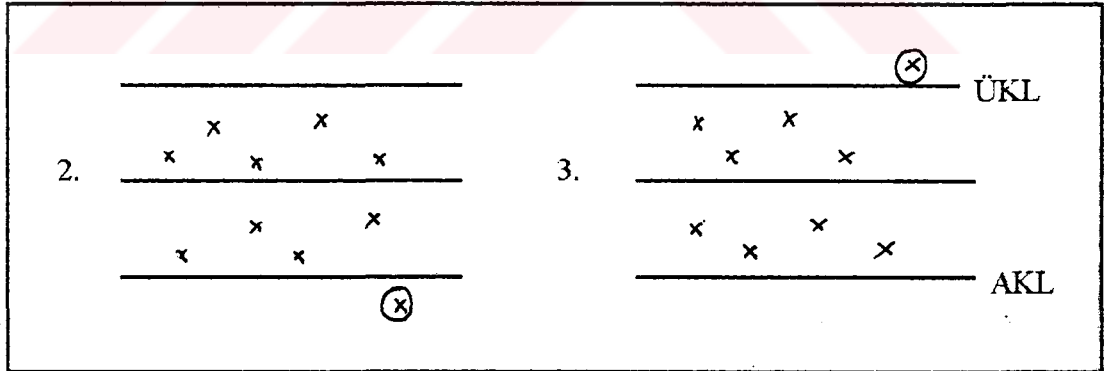
- 1- Verilerin açıklığının belirlenmesi,
- 2- Sıralama yönteminin belirlenmesi (gün, tekrar, adet v.s.),
- 3- Verilerin toplandığı şekilde işlenmesi gerekmektedir.

Kontrol grafiğinin yorumlanması

Ortalama ($\bar{X}$) grafiklerinin yorumu :



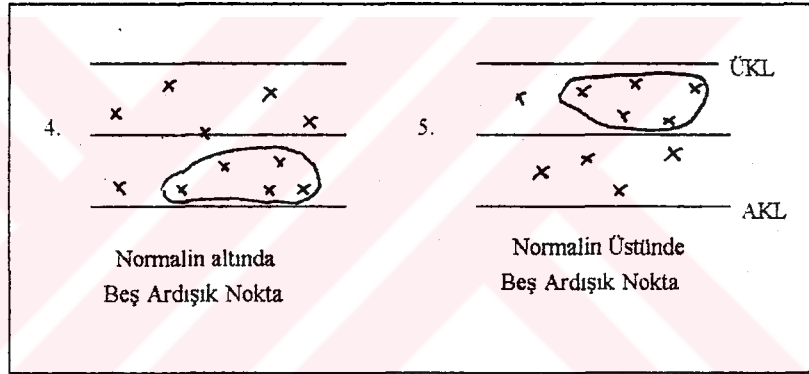
Proses kontrol altında	Aksiyonlar
	1. Proses istenildiği zaman değişiklik yapmadan devam etmeli
	2. Çalışmaya devam edilir.



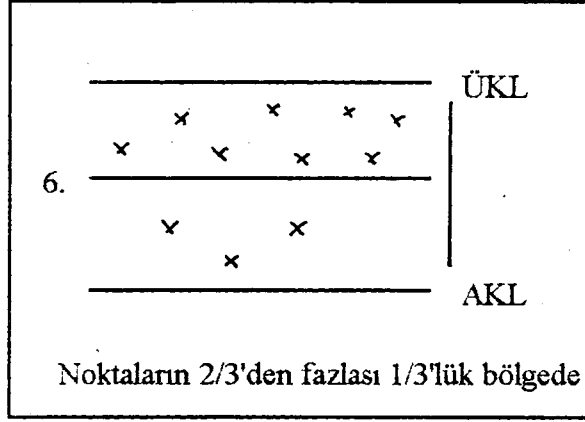
Limit dışı nokta

HATALAR	AKSİYONLAR
1. Ölçüm ya da ölçülen farkı	1. Ölçüm kalıbı kontrol edilir.
2. Noktalama yanlış	2. Kopça kontrol edilir.
3. Ölçüm cihazı yada kalıp yanlış.	3. Kare boru yağ seviyesi kontrol edilir.
4. Yanlış kopça.	4. KBB-43/EBB-06 uygulanır.*
5. Kopça aşınması.	5. Hata var ise düzeltme yapılarak ölçüm tekrarlanır.
6. Farklı dolum metrajı.	6. Bir sonraki nokta yine limit dışı ise üretim şefine kalite uyarı formu düzenlenir.

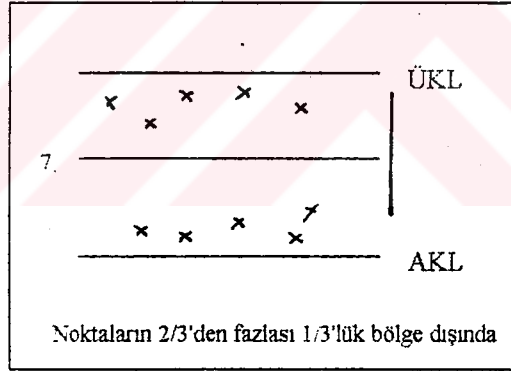
* Sit numarası. Bu numaranın verilmesi, ilgili sitin içeriğinin uygulanması gerektiği anlamındadır.



HATALAR	AKSİYONLAR
1. Hatalı limit	1. Ölçüm cihazı kalıbı kontrol edilir.
2. Ölçüm cihazı hatalı	2. Kopça kontrol edilir.
3. Ring geçirme grubu farklı	3. Ring geçirme grubu kontrol edilir. Farklı ise vardiya şefine KUF düzenlenir.
4. Kopça aşınması.	4. KBB-43/EBB-06 uygulanır.
5. Proseste değişiklik başladı	5. Alınan aksiyonlara rağmen takip eden noktalar aynı ise limit tekrar ayarlanır.



HATALAR	AKSİYONLAR
1. Geniş limit	1. Noktalama kontrol edilir. Limit rezervi için teknik servise KUF yazılır.
2. Büyük sapmalar atılmış	



1. Dar limit	1. Noktalama kontrol edilir.
2. Ölçüm ya da ölçen farkı.	2. Ölçüm cihazı kalıbı kontrol edilir.
3. Makineler arası fark.	3. Yanlış ise ölçüm tekrarlanır.
	4. Alınan aksiyonlara rağmen noktalar aynı ise, teknik servise KUF yazılır.

7.8.1 Dokuma ve terbiye ünitesi kontrol grafikleri

Kordsa'da, dokuma bölümünde, endüstriyel bezler için çözgüleme gerilimi ve dokuma çekme oranı kontrol grafiği; terbiye bölümünde ise, terbiye çekme oranı grafiği vardır.

Dokuma bölümünde atkı olarak pamuk ipliği kullanılmaktadır. Pamuk ipliğinin görevi, kord ipliklerinin aynı mesafede ve birbirine paralel durmasını sağlamaktır.

Kord bezinin dokunması sırasında, kord ipliklerinin paralel durması ile atkılar birbirlerinin aralarından geçmeleri ile de çözgüler oluşmaktadır.

Bu çözgü ve atkuların oluşması ile kord ipliği dokunmadan sonra çekmektedir. Yani kord ipliği dokunmaya verildiği uzunlukta çıkmamaktadır. Mesela 1m. giren iplik 97cm. olarak çıkmaktadır.

Aynı şekilde terbiye prosesinde de hammadde yapısına göre banyoya giren kord bezi çekme gösterir. Mesela 1000m. giren kord bezi 999m. çıkar.

Dokuma ve terbiye aşamasında, kord ipliğinin ve kord bezinin hammaddenin cinsine göre optimum miktarda çekme göstermesi beklenir. Bu nedenle, ölçümler yapılarak çekmelerin ne kadar olduğu tesbit edilir.

Dokuma ünitesinde, kord ipliği ölçülerek tezgaha gönderilmektedir. Ölçülen iplik dokunduktan sonra oluşan kord bezi rulosu tekrar ölçülür ve,

$$\frac{Giren - Çıkan}{Giren} \times 100$$

formülü ile çekme oranı tesbit edilir.

Terbiye prosesinde de aynı şekilde kord bezi rulosu banyoya girmeden ve çıktıktan sonra ölçülmekte, yukarıdaki formülle çekme oranı tesbit edilmektedir.

ÖRNEK : Dokuma ünitesinde, endüstriyel bezler çekme oranı için önceki ölçümler sonucunda,

$$AKL = 12$$

$$ÜKL = 20$$

$$\bar{X} = 16$$

olarak belirlenmiştir.

Endüstriyel bezin dokunması sırasında her ruloda bir yapılan ölçümlerden elde edilen değerler grafiğe yerleştirildiğinde normalin üstünde (5) nokta olduğu görülmüştür. İlgili grafik şekil 7.2' de verilmiştir.

Kontrol grafiği prosedürüne göre bu durum beş nolu grafiğe uymaktadır. Buna göre;

Hatalar :

- 1- Hatalı limit
- 2- Ölçüm cihazı hatalı
- 3- Ring geçirme grubu farklı
- 4- Kopça aşınması
- 5- Prosesde değişiklik başladı

Aksiyonlar :

- 1- Ölçüm cihazı kalıbı kontrol edilir.
- 2- Kopça cihazı kontrol edilir.
- 3- Ring geçirme grubu kontrol edilir. Farklı ise vardiya şefine KUF yazılır.
- 4- KBB-43/EBB-06 uygulanır.
- 5- Hata var ise düzeltme yaparak ölçüm tekrarlanır.
- 6- Alınan aksiyonlara rağmen takip eden noktalar aynı ise limit tekrar ayarlanır.

Gerekenler yapılmıştır; fakat ölçümler aynı görüntüyü vermektedir. Dolayısı ile limitler yeniden ayarlanmalıdır.

Endüstriyel bezler dokuma çekme oranı için, örnek değerleri direkt olarak grafiğe işaretlendiği için limit hesaplama yöntemi olarak, örnek değerleri kontrol grafiği kullanılacaktır.

Fiili değerler : 18 - 17 - 16 - 17 - 18 - 17.5 - 14 - 19 - 17

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{153.5}{9} = 17.05$$

$$n < 30$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 2}} = 1.5$$

Şekil 7.2

$$AKL = \bar{x} - 3 \cdot s = 17.05 - 3 \cdot 1.5 = 12.55$$

$$ÜKL = \bar{x} + 3 \cdot s = 17.05 + 3 \cdot 1.5 = 21.55$$

Dokuma sırasında oluşan çözümlerin aynı hızda olması lastiğin yüke olan direncinin artmasını sağladığı için büyük önem taşımaktadır.

Fakat dokuma sırasında çeşitli nedenlerden çözümlerde kaymalar meydana gelmektedir. Bu kaymaların en az miktarda olması gerekmektedir. Bunun kontrolü amacı ile dokuma sırasında sistematik örnekleme metodu kullanılmaktadır.

Mesela her rulonun 50m.'sinde makine durdurularak bez üzerine yatay düz bir çizgi çizilerek, çizgi dışında kalan çözgü noktaları sayılmaktadır.

Bu şekilde rulo oluşana kadar ölçümler yapılmakta, grafiğe bu ölçümlerin max ve min.ları arasındaki fark işaretlenmektedir. Yani grafikteki tek nokta, bir rulonun oluşumu sırasındaki bütün ölçümleri temsil etmektedir. Bu değer range (değişim aralığı) değeridir.

ÖRNEK : Şekil 7.3' de endüstriyel bezler çözgüleme gerilimi için değişim aralığı değerleri ve örnek ortalamaları değerleri yer almaktadır.

Bu değerlerin her biri bir kord bezine karşılık gelmektedir. Değişim aralığı kontrol grafiğinde herşey normaldir. Grafik prosedürüne göre bir nolu grafiğe uymaktadır. Bu nedenle çalışmaya devam edilir.

Bu grafik için limitler;

Füili değerler : 15 - 18 - 12 - 15 - 16 - 20 - 10

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n} = \frac{106}{7} = 15.14$$

$$AKL = \bar{R} \cdot D_3 = 15.14 \cdot 0.223 = 3.37$$

$$ÜKL = \bar{R} \cdot D_4 = 15.14 \cdot 1.777 = 26.90$$

Örnek ortalamalarına ait grafikte de her değer bir kord bezi ölçüm değerine karşılık gelmektedir.

Oluşturulan grafikte, normalin üstünde beş nokta yer almaktadır. Gerekenler yapılmış fakat sonuç değişmemiştir. Bu nedenle limitin tekrar verilmesi gerekmektedir.

Füili değerler : 80 - 70 - 55 - 70 - 85 - 60 - 45

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}_i}{n} = 66.42$$

$n < 30$ olduğundan,

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})^2}{n-2}} = 15.39$$

$$AKL = \bar{\bar{x}} - 3 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 66.42 - 3 \cdot 15.39 = 20.25$$

$$\bar{ÜKL} = \bar{\bar{x}} + 3 \cdot \sigma_{\bar{x}} = 66.42 + 3 \cdot 15.39 = 112.59$$

7.9 Kalite Uyarı Formu

Üretim sırasında örnekleme ile elde edilen değerler ilgili kontrol grafiklerine yerleştirilmektedir. Vardiya şefi panolarda asılı olan kontrol grafiği prosedürlerinden yararlanarak, ortaya çıkan grafikler için gerekeni yapmaktadır.

Herşeye rağmen ölçüm değerleri değişmiyor, grafik yine aynı görüntüyü veriyorsa o zaman kalite güvenliğine kalite uyarı formu (KUF) düzenleyerek limitin revizyonunu ister.

Bu forma göre kalite güvenliği ya prosesin bir süre daha takibini öngörür ya da yeni limit belirler.

ÖRNEK : PT 4 1402 110

Kimliği yazılı çözgü kayması stilinde 10 adet ölçüm yapılmıştır.Limit yoktur.Limit verilmesi.

Fiili değerler : 22-18-15-18-22-16-18-25-12-25

Daha önce anlatıldığı gibi çözgü kaymasında değişim aralığı grafikleri kullanılmaktadır. Bu nedenle fiili değerler değişim aralığı değerleri olduğundan, AKL ve ÜKL için,

$$\bar{R} \cdot D_3 \quad \text{ve} \quad \bar{R} \cdot D_4$$

formüllerini kullanacağız.

İSTATİSTİKSEL PROSES KONTROL GRAFIGİ
(E.B. COZGULEME GERILIMI)

GERİLİM : --+ DTEX : ZAFES : GRAFIK NO :

TARİH	
VARDIYA	
DEK	
RENK	
Çizim Yeri	

R	
RANGE	

FİİLİ DEĞERLER	15 18 12 15 16 20 10
----------------	----------------------

$\bar{X}$	
ARİTMETİK ORTALAMALAR	

FİİLİ DEĞERLER	80 70 55 70 85 60 45
----------------	----------------------

$\bar{X} =$	S =	CA =	CP =	CPK =	FİİLİ A.K.L. =	FİİLİ U.K.L. =
-------------	-----	------	------	-------	----------------	----------------

6KCOZ9U

NOT: -GERİLİM OLCUMLARI HER .. GÜNDE BİR YAPILIR.

-ÇİZİM LAK A 50 DOLUĞA YERİLİR

-X, S, CA, CP, CPK, FİİLİ AKL VE FİİLİ UKL GRAFIK DOLDUKTAN SONRA HESAPLANIR (KALİTE GÜVENLİĞİ SEFLİĞİ).

Şekil 7.3

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n} = \frac{181}{10} = 18.1$$

$$AKL = \bar{R} \cdot D_3 = 18.1 \cdot 0.223 = 4.03$$

$$\bar{U}KL = \bar{R} \cdot D_4 = 18.1 \cdot 1.777 = 32.16$$

ÖRNEK : 8066144146

Kimliğindeki stilin terbiye çekme oranlarına ait kaydı dizide yoktur.Limit verilmesi.

Fiili değerler : 0.2 - 0.1 - 0.1 - 0.4 - 0.2

Terbiye çekme oranlarına ait ölçümler grafiğe direkt olarak işlenmektedir.Bu nedenle AKL ve ÜKL için,

$\bar{x} \pm 3 \cdot s$ kullanılacaktır .

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{1}{5} = 0.2$$

$n < 30$ olduğundan

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 2}} = 0.14$$

$$AKL = \bar{x} - 3 \cdot s = 0.2 - 3 \cdot 0.14 = -0.22$$

$$\bar{U}KL = \bar{x} + 3 \cdot s = 0.2 + 3 \cdot 0.14 = 0.62$$

ÖRNEK : 9114120

Kimliğindeki stilin terbiye çekme oranına ait limiti

$$5.7 \pm 1$$

olmasına karşın beş ölçümde ortalama değer 2.06 çıkmaktadır. Limitin revize edilmesi.

Fiili değerler : 1.7 - 2.0 - 2.6 - 2.0 - 2.0

Kullanılan limitler yanlış. Limit verildi

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{10.3}{5} = 2.06$$

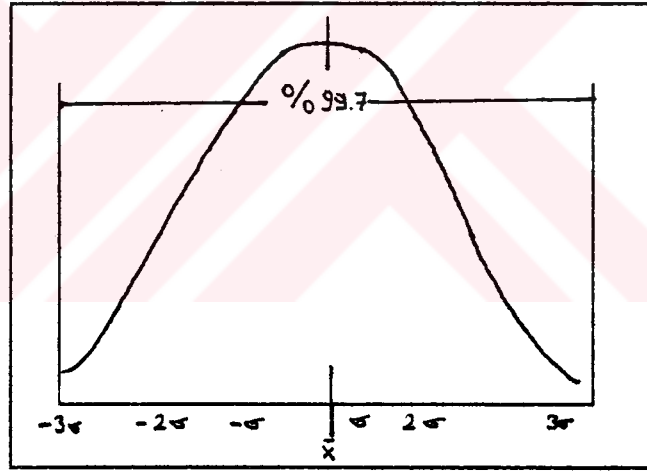
$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-2}} = 0.37$$

$$AKL = \bar{x} - 3 \cdot s = 2.06 - 3 \cdot 0.37 = 0.95$$

$$ÜKL = \bar{x} + 3 \cdot s = 2.06 + 3 \cdot 0.37 = 3.17$$

7.10 İşlem Yeterliliği ve Proses Yetenek Analizi

İşlem istatistiki kontrol altında ise (özel nedenler yok) 6σ 'lık açıklık (ortalamanın iki yanında 3'er σ .) işlem yeterliliğidir.



7.10.1 Yetenek analizi sonuçlarının değerlendirilmesi

Proses yetenek analizi sonucunda elde edilen yetenek oranının değerlendirilmesi prosesin niteliği ve kusurlu üretimin yol açacağı kayıplara bağlı olmasına rağmen genelde kabul gören değerlendirme şu şekildedir.

Analiz Değeri	Değerlendirme
1. 1.33'den yukarı	1. Oldukça yeterli
2. 1.33 ile 1.00 arası	2. Yeterli ancak prosesin daha yakından incelenmesi gerekir.
3. 1.00'dan küçük	3. Yetersiz.

Yetenek analizi sonucunda belirlenen değerlere göre yönetimin alabileceği kararlar aşağıda verilmiştir.

a- Olduğu gibi devam : Spesifikasyon limitleri tamamen doğal bir değişkenlik sınırları içinde kalıyorsa, çoğu kez hiçbir değişiklik yapılmaz.

b- Ayar düzeltme : Doğal değişkenlik açıklığı (6σ) toplam toleranslarla aynı değerlerde ise, ancak ortalamada kayma nedeni ile proses dağılımı spesifikasyon limitinin dışına taşmışsa, tezgahta yapılan ayarlama ile bu durum düzeltilir.

c- Değişkenliğin azaltılması : Değişkenlik kaynaklarının ortaya çıkartılarak bunların ortadan kaldırılmasına yönelik çabaların gerçekleştirilmesi gerekir. Bazı durumlarda proses değişkenliğine gidilebilir.

d- Spesifikasyonların değiştirilmesi : Proses değişkenliği, kaynaklar ve müşteri istekleri doğrultusunda tasarım mühendisliği tarafından belirlenen spesifikasyonlar yeniden gözden geçirilerek spesifikasyonlar doğal değişkenlik limitleri ile uyumlu hale getirilir.

e- Kusurlu üretim kayıplarına katlanma : Yukarıdaki karar biçimlerinden hiçbirisi geçerli ya da katlanılabilir değilse, yönetici burada yeniden işleme ya da iade nedeni ile oluşacak kayıpları baştan kabul etmektedir.

Proses yeteneğinin rakamlarla ifade edilmesi istendiğinde kalite ve kapasite indeksi adı verilen ifade kullanılır (C_{pk}).

C_{pk} kapasite indeksi hesaplanırken hem proses aritmetik ortalamasının spek hedefinden sapmalarını hem de örnek grubu standart sapma değerini spek limitleri ile karşılaştırmalı olarak inceleyebilmek amacı ile C_{pk} indeksinin çift taraflı olarak hesaplanması gerekir.

C_{pk} değeri :

$$C_{pk_{max}} = \frac{\bar{ÜKL} - \bar{\bar{x}}}{3 \cdot \sigma}$$

$$C_{pk_{min}} = \frac{\bar{\bar{x}} - AKL}{3 \cdot \sigma}$$

$$Z_1 = \bar{\bar{x}} - AKL$$

$$Z_2 = \bar{ÜKL} - \bar{\bar{x}}$$

$$C_{pk} = \frac{Z_{min}}{3 \cdot \sigma}$$

şeklinde hesaplanır.

İstatistiksel proses kontrolünün temel amacı, üretim prosesini kontrol altına almak, özel değişkenlik nedenlerini belirleyerek ortadan kaldırmak ve bu kontrol durumunu sürdürmektir.

Özel nedenlere bağlı olarak değişkenlik ortaya çıktığında uyarır ve önlem alınmasını sağlar. Kontrol altındaki bir süreçteki değişkenlik sadece prosesin doğasında var olan şans faktörüne bağlı değişkenliktir.

Proses yeteneği, prosesin *aynılığının* göstergesidir. Buna göre proses yeteneği belirli bir kalite özelliği için değişkenlik ölçüsüdür. Bu değişkenlik zaman boyutunda iki farklı şekilde de alınabilir.

1- Belirli bir anda var olan değişkenlik,

2- Zaman içindeki değişkenlik.

Proses yetenek analizi proses yeteneğini ölçmeye yönelik mühendislik çalışmasına verilen addır.

Proses yetenek analizi prosesin kendisini değil çıktının belirli fonksiyonel parametrelerini (mukavemet, büküm sayısı, çap vb.) ölçmeye yöneliktir.

Eğer analizci prosesi doğrudan gözleyebilir, veri derleme faaliyetlerini izleyebilir ve kontrol altında tutabilirse bu tam anlamı ile bir proses yetenek analizi olacaktır.

Kordsa'da işlem yeterliliğinin kontrolü için üç ayda bir proses yetenek analizi yapılır. Bu üç aylık zamanda ne kadar çalışma yapılmış ise bunlar değerlendirilir. Her stilde hangi bazda çalışılmışsa (dtex, grafik), elde bulunan bazlar için hedefe yakınlık göstergesi (C_A), homojenlik göstergesi (C_p) ve kalite uygunluk göstergesi (C_{pk}) hesaplanır.

İstatistiksel Proses Kontrolü teknikleri yeterlilik göstergesi için sınır değerleri ve hesaplaması için Kordsa'dan alınan tablo Ek-5'da verilmiştir.

Elde edilen C_A , C_p ve C_{pk} değerleri İstatistiksel Kalite Kontrol (İKK) toplantısında değerlendirilir. Hedefin altında kalanların sebepleri araştırılır, giderilmesi için öneriler sunulur. Kabul gören öneriler uygulamaya koyulur.

İstatistiksel Kalite Kontrol toplantılarında yapılan örneklemeden elde edilen test sonuçları da değerlendiriliyor. Mesela, büküm ünitesinde gerilim için tamsayım yapıldığını daha önce belirtmiştik. Alt ve üst limitler belirlendikten sonra tekrar kontrol amacı ile yapılan ölçümlerde makine içinden dört tane bobinin limit dışı gerilim verdiği ortaya çıkmıştır. Bu durumda ne yapılmalıdır? Makine bakıma alınmalıdır; ölçüm tekrarlanmalıdır. Gibi önerilerin arasından en uygunu seçilerek uygulamaya koyulur.

Toplantılarda getirilen çözümlerin sorunu ortadan kaldırıp kaldırmadığı da takip ediliyor. Halen problem var ise başka çözümler aranıyor. Bir sonraki toplantıya bu çözümlerin sonuçları getiriliyor.

Proses yetenek analizi endüstriyel bezler çözgüleme gerilimi için yapılmıyor. Bu nedenle örnek oluşturma amacı ile dokuma çekme oranı için yetenek analizi yapalım.

Uygulamada, proses yetenek analizi yapılırken C_A ve C_p değerlerinin bulunmasına gerek yoktur. Sadece C_{pk} değeri bulunarak proses hakkında karar verilebilmektedir. Fakat görülmesi açısından C_A ve C_p 'yi de hesaplayalım.

Hatırlanacağı gibi endüstriyel bezler dokuma çekme oranı için ilk verilen değerler,

$$AKL = 12 \quad ÜKL = 20 \quad \bar{X} = 16$$

idi. Ölçüm değerlerine göre ise,

$$AKL = 12.55 \quad ÜKL = 21.55 \quad \bar{X} = 17.05$$

bulunmuştur.

Bu değerlere göre proses yetenek analizi;

C_A , Hedefe yakınlık göstergesi :

Fiili ortalamanın hedefe (spek nominaline) yakınlığını ölçer.

$$C_A = \frac{|\text{Hedef} - \bar{x}|}{\frac{\text{Tolerans}}{2}} \times 100$$

Hedef = $\bar{x}$ (ilk verilen)

Tolerans = ÜKL - AKL

$$C_A = \frac{|16 - 17.05|}{\frac{(20 - 12)}{2}} \times 100 = 26.25 > 25$$

Yeterlilik göstergesine göre $C_A < 12.5$ çıkmalıdır. Fakat 26.25 çıkmıştır. Bu durumda yetersizlik söz konusudur.

C_p, Homojenlik göstergesi :

Fiili değerlerin toleransa göre dağılımını (homojenlik, basılık, sivrilik) ölçer.

$$C_p = \frac{\text{Tolerans}}{6 \cdot s} = \frac{8}{6 \cdot 1.5} = 0.88$$

$$C_p = 0.88 < 1$$

Prosedüre göre $C_p > 1.33$ çıkmalıdır. Bulunan değer yetersizliği göstermektedir.

C_{pk} Kalite uygunluk göstergesi :

Fiili değerlerin hedefe yakınlığına ve toleransa göre homojenliğinin proses kalitesini ölçer.

$$C_{pk} = \frac{Z_{\min}}{3 \cdot s}$$

$$Z_1 = \bar{x} - AKL = 17.05 - 12 = 5.05$$

$$Z_2 = ÜKL - \bar{x} = 20 - 17.05 = 2.95 \Rightarrow \min$$

Prosedüre göre $C_{pk} > 1.33$ çıkmalıdır. Fakat 0.65 çıkmıştır. Yetersizlik vardır.

Görüldüğü gibi C_{pk} da yetersiz çıkmıştır. C_A ve C_p 'nin hesaplanmasına gerek yoktur.

7.11 Kalite Çemberleri

Kalite kontrolünün başta gelen gereklerinden biridir. Çünkü kalite çemberleri işi bizzat yapan kişilerin o işten sorumlu tutulmasını amaçlar. İnsanın doğası gereği bir işi kim yapıyorsa, o işin kalitesinin kontrolünü en iyi o yapabilir.

Kalite çemberleri, çalışanın fizik gücü yanında beyin gücünü de çalışmalarını katmasını amaçlamaktadır. Kalite çemberlerinin ilk uygulaması 1962 yılında Japonya'da başlamıştır.

7.11.1 Kalite çemberlerinin temel kuralları :

7.11.1.1 Kalite çemberleri

Aynı iş kolunda çalışan küçük bir grubun kalite çalışmalarına gönüllü olarak katılmasıdır. Bu grup işletmenin kalite çalışmalarının devamlı bir parçasıdır. Bu amaçla eğitilen grup istatistik ve problem çözüm tekniklerini kullanır.

7.11.1.2 Kalite çemberlerinin amaçları

a- Kuruluşun ilerlemesine ve gelişmesine katkıda bulunmak. Bu çalışmalar, verimlilik, kalite, işe devam, zayıf, iş kazaları alanlarında yapılır.

b- Çalışanlara saygı ve mutlu yaşanabilir bir işyeri ortamı yaratır.

c- Çalışanların tüm yeteneklerini kullanma fırsatı vererek sonsuz olanaklar yaratır.

d- Kalite çemberlerinin çalışma konuları sadece kalite kontrolü ile sınırlı değildir. Yapılmakta olan işin kalitesini geliştirmeye yönelik verimlilik, işe devamlılık, zayıf, iş kazaları gibi tüm alanları kapsar.

7.11.1.3 Kalite çemberlerinin yapısı

1- Genellikle 5-10 kişiden oluşan küçük bir grup

2- Katılımda gönüllü olmak gerekir.

3- Belirli aralıklarla toplanır. (Örneğin haftada bir)

4- Yönetime çözüm önerisinde bulunur.

5- Kendi olanakları içindeki çözümleri uygular.

7.11.1.4 Kalite çemberlerinin kuruluşu ve organizasyonu

1- Kalite çemberlerinin sorumlusu üst ve orta kademe yöneticileridir. Başlangıç çalışmalarını onlar yapmalıdır. Denetim ve yönlendirme de yönetimin görevleri arasındadır.

2- Yöneticilerin bu konuda eğitim görmeleri ve bu bilgileri alt kademelere, kalite çemberleri üyelerine aktarmaları gerekir.

3- Kalite çemberi çalışmalarını yönlendirecek, yönetici ve üyelerini eğitebilecek bir koordinatör seçilmelidir.

4- Yukarıda ki aşamalardan sonra, kalite çemberleri yönetici ve üyeleri seçilir. Kalite çemberleri, takım çalışması, problem analizi ve çözümü, çözüm yöntemleri, istatistik konularında (pareto, sebep-sonuç, akım şemaları, diyagramlar) uygun düzeyde yeterli eğitim verilir.

5- Başlangıçta ilk kademe yöneticisi, kalite çemberi yöneticiliğini üstlenir, ancak üyelerin seçtiği bir yönetici daha yararlı olabilir.

6- Üye sayısı, yönetici ve üyeler gereksinmelere uygun olarak değişebilir.

7- Çalışmalara başlamazdan önce, acele etmeden kalite çemberlerinin ne olduğu, nasıl çalıştığı ve hedefleri konusunda takımın eğitimi gereklidir.

8- Herkesin katılabileceği uygun bir konu ortaklaşa seçilir. Bu aşamada yönetimden ya da koordinatörden destek istenebilir. Bu destek kalite çemberlerinin bağımsız çalışma ve gönüllülük kuralını bozmamalıdır.

Amaç; takımın kendi sorunlarını ve önceliklerini belirleme yeteneğinin geliştirilmesidir.

7.11.1.5 Önemli noktalar

1- Kalite çemberleri, çalışma alanı dışında kalan; ücret, sendikal konular, disiplin, terfi ve yöneticilerin eleştirilmesi gibi konuları tartışmamalı.

2- Toplantılar açık bir yerde çalışma saatleri içinde ve esas görevler aksatılmadan periyodik olarak yapılmalı, toplantılara katılım aksamamalıdır.

3- Üst yönetimle toplantılar yapılmalı, çalışmalarla ilgili bilgi verilmelidir.

4- Üst yönetim kalite çemberlerini desteklediğini sözle değil davranışları ile belli etmelidir.

5- Kişiler değil fikirler eleştirilmelidir.

7.11.1.6 Kalite çemberlerinin yararları

1- Kalite ve maliyet sorumluluğunu geliştirir.

2- Mevcut organizasyonda değişiklik gerektirmez.

3- Çalışanların bilgi ve becerisini geliştirir.

4- Kişiler onore edilir.

5- Her organizasyona uyarlanabilir.

6- Bilgi akışını geliştirir.

7- Yönetici-çalışan çatışmalarını azaltır.

8- Tüm organizasyonda ilişkileri geliştirir.

7.11.1.7 Kalite çemberlerinin karşılaşılabileceği sorunlar

1- Yürürlükte olan benzer programlarla çelişebilir.

2- Sendika ile sorun çıkabilir.

3- Yönetim öneriler ilgisiz kalabilir.

4- Koordinatör aceleci davranabilir.

5- Çözümü çok zor olan sorunlar seçilebilir.

6- Sorunlar önceden belirlenip öncelik sıralaması yapılmamış olabilir.

7- Konu çok fazla abartılmış ya da çok az tanıtılmış olabilir.

7.11.2 Türkiye'de uygulanması

Kalite çemberleri insanın doğasına uygun bir yönetim tekniğidir. Ülkemizde birçok kuruluştaki uygulanması denemiş başarılı ve başarısız sonuçlar alınmıştır.

Başarı sağlayan işletmelerde yukarıda belirtilen kurallara uyulmuş, başarısızlıklarda ise özellikle üst yönetimden başlayarak yönetimce benimsenmemesi ve desteklenmemesi ana neden olmuştur.

Tüm çalışanlara güvenme, düşüncesini sorma, katılımını isteme her zaman olumlu sonuç vermiştir. Bugün birçok büyük sanayi kuruluşlarımızda, kalite çemberleri başarı ile uygulanmakta ve olumlu sonuçlar alınmaktadır.

7.12 Beyin Fırtınası

Bir problem çözüm tekniği olarak beyin fırtınası, yeni fikir ve yöntemlerin bulunmasında yararlı bir araçtır.

Beyin fırtınası tekniği :

Çözüm aranan konuyla ilgili bir grubun herhangi bir sınırlama olmadan, akla gelen her öneriyi söylemesidir. Bu öneriler listelenir ve eleme yöntemi ile, üzerinde çalışma yapılması gerekenler belirlenir. Bu tekniğin uygulanmasında aşağıdaki kurallara uyulur.

1- Uygulamayı yönetecek bir başkan gereklidir. Katılanlara söz verme, konudan sapmaların ve gereksiz eleştirilerin önlenmesi, fikirlerin yazılması başkanın görevleridir.

2- Konu seçimi ve sınırları belirlendikten sonra, katılan herkes, hiçbir eleme olmadan, saçma ve ilgisiz görünse de düşüncesini söyler. Düşünceler kesinlikle eleştirilmez.

3- Katılanlar eş düzeyde olmalıdır. Yönetici-yönetilen aynı grupta bulunmamalıdır. En uygun grup büyüklüğü 5-20 kişiden oluşandır.

4- Katılanlar konu ile ilgili kişiler olmalıdır. Ancak, konuya yabancı 1-2 kişinin de katılması farklı düşünceler çıkması açısından yararlıdır.

5- Düşünce ve öneriler kısa ve öz cümlelerle olmalıdır. Başkan soru sorarak önerilerin açıklığa kavuşmasını sağlayabilir.

6- İlk akla gelen fikirler 10-15 dk. da söylendikten sonra bir duraksama olur. Yeni öneriler için kısa bir süre daha beklenmelidir. Bu süre 30-40 dk.yı geçerse oturum bitirilebilir.

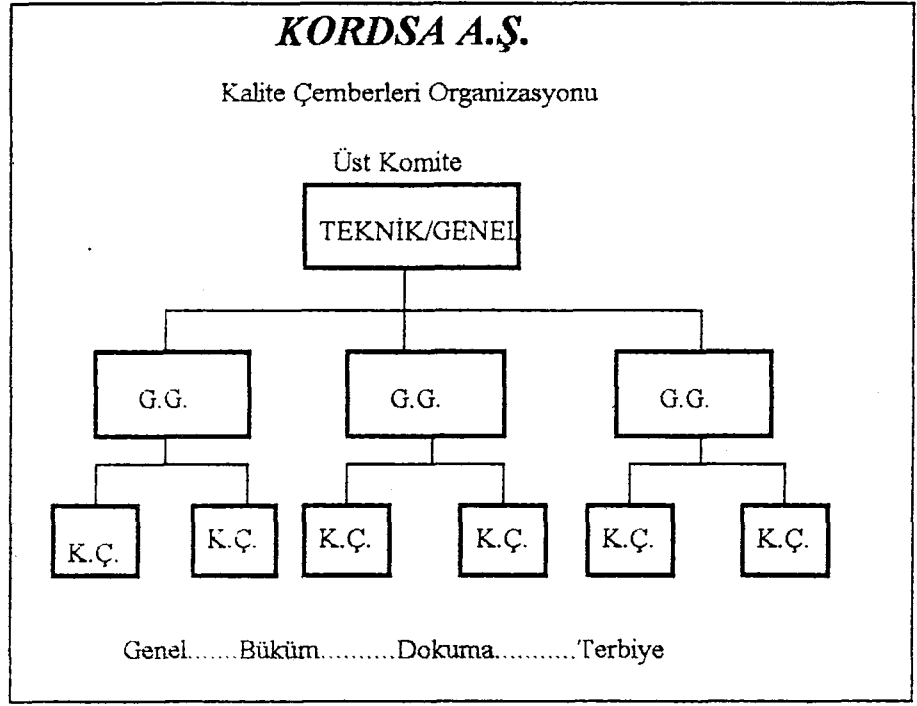
7- Bu sıralanan öneriler aynı grup ya da başka bir uzman grup tarafından gözden geçirilir. Üzerinde çalışılması gerekenler, önceliklere göre sıralanır.

7.13 KORDSA'da Kalite Çemberleri

Kordsa'da kalite çemberleri 1990 yılı itibari ile uygulanmaya başlamıştır. Kuruluş aşamalarını kendi felsefesine uygun şekilde tamamlamıştır. İşletme geneline yaygınlaştırma çalışmaları ise sistemin prensipleri dahilinde devam etmektedir.

İşletme çalışanlarından büyük oranda destek gören " kalite çemberleri " sistemin ilk oluşumunda gönüllü olarak çalışan öncülerin çalışmaları üst komite tarafından da ilgi ve takdir ile takip edilmektedir.

Çalışanların, KORDSA'nın başarısına katılımını arttıran bu sistemin; gerek çalışanlara gerek işletmeye yaratacağı faydalar açıktır.



ÜST KOMİTE

Fabrika Müdürü

Planlama ve Endüstri İlişkileri Direktörü

Üretim Müdürü

Teknik Müdür

Bakım ve Yardımcı İşletmeler Müdürü

Planlama Müdürü

Malzeme ve Stok Kontrol Müdürü

Kalite Güvenliği

ARGE (Araştırma-Geliştirme) Müdürü

Endüstri İlişkileri Müdürü

Koordinasyon

Kalite Güvenliği Müdürlüğü

Kalite Çemberleri Uygulaması

Kalite çemberleri çalışmasına başlanmadan önce tüm çalışanlara çemberler hakkında bilgi verilmiş; grup çalışması olduğu ve oluşturulabilmesi için gönüllülük gerektiği anlatılmıştır.

Eğitimden sonra Kordsa'nın %65'i çemberlerde görev almak üzere gönüllü olmuş, çalışmak istedikleri konuyu aralarında grup oluşturarak üst yönetime bildirmişlerdir. Üst yönetim bütün hepsini değerlendirmiş ve sonuçta 12'şer kişilik 12 grup belirlemiştir. Bu gruplar kalite çemberlerinin öncüleri olmuşlardır. Öncü grupların herbiri kendilerine isim vermişlerdir. Define avcılar, telefle savaş, acil servis gibi.

Üst yönetim, çalışanları çemberlere özendirmek amacı ile öncü gruplara getirileri ile orantılı olarak çeşitli hediyelerle (mesela org) birlikte, çember sonunda katılan her üyeye, çalışma çemberlerine katılmıştır diye sertifika vermiştir. Kalite çemberlerinde, aynı işkolunda çalışan kişilerin gönüllü olduğunu daha önce belirtmiştik. Bu çalışanlar, işçi, mühendis, şef olabilir. Hepsi grup içerisinde eşittir.

Grupta üyeler arasından bir başkan ve bir de sekreter seçilir. Ayrıca toplantılara, üyeleri yönlendirmek amacı ile kalite güvenliğinden bir mühendis yönlendirici olarak katılır.

Başkanın görevi, gündemi belirlenmiş toplantıyı, gündemde tutmak, sapmaları önlemektir.

Yönlendirici ise, o çemberin belirlenen hedefte gitmesini sağlar. Bir yerde tıkanıp kalmalar olursa, çemberi bu durumdan kurtararak sürükleyici duruma getirir. Üyeleri istatistik konusunda aydınlatır. Ortamdan uzaklaştığını farkettiği üyeye soru sorarak konu içine çeker.

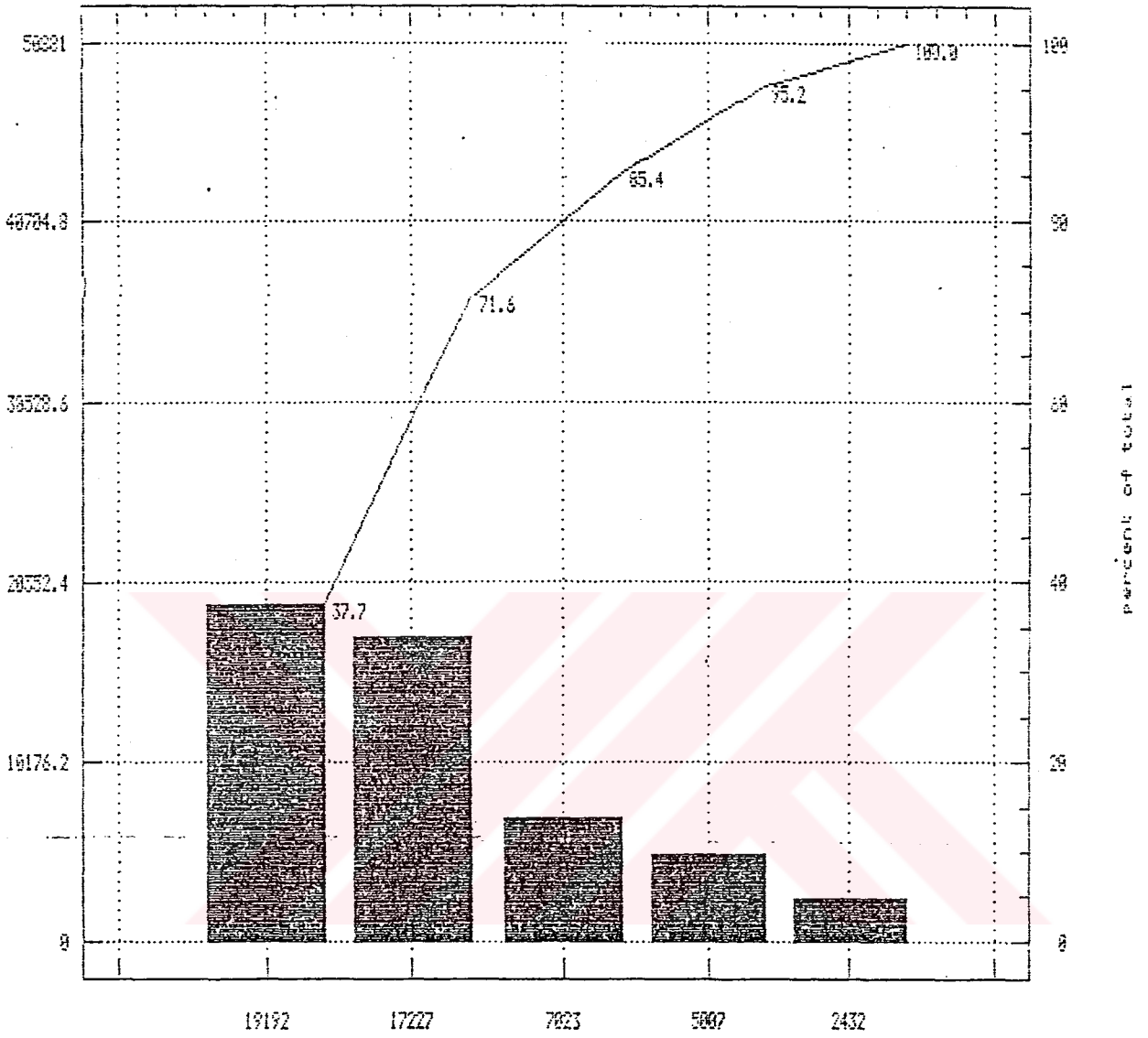
Aşağıda Kordsa'da oluşturulmuş *Telefle Savaş* adlı kalite çemberi dosyasından alınmış Pareto diyagramı, beyin fırtınası, sebep-sonuç (balık kılçığı) diyagramı ve bitirilen çalışmalar yer almaktadır.

Çember oluşturulduktan ve problem belirlendikten sonra, pareto diyagramı oluşturulmuştur. Görüldüğü gibi 3. ve 4. sınıf telefler çok fazladır. Bu teleflerin nedenlerini bulmak amacı ile beyin fırtınası yapılmış; öneriler saçma dahi olsa yazılmıştır. Örneğimizde 4. sınıf teleflere ait beyin fırtınası yer almaktadır.

Beyin fırtınası ile ilgili bölümde, öneriler bittikten sonra, yeni öneriler için 30-40 dakika beklenildiği belirtilmişti. Teoride böyle olmasına karşın uygulamada aynı şekilde olmamaktadır. Herkes aklına geleni söylemekte, söylenecekler bittikten sonra beyin fırtınası sona ermektedir.

Daha sonra bütün öneriler üyelerden biri tarafından sebepsonuç diyagramına herbiri bir kılçık oluşturacak şekilde yerleştirilmektedir. Diyagram oluşturulduktan sonra da, kılçıklar yani nedenler teker teker ayıklanmakta ve ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bu şekilde elde edilen çözümler ve sonuçları raporun sonunda bitirilen çalışmalar olarak üst yönetime sunulmaktadır.

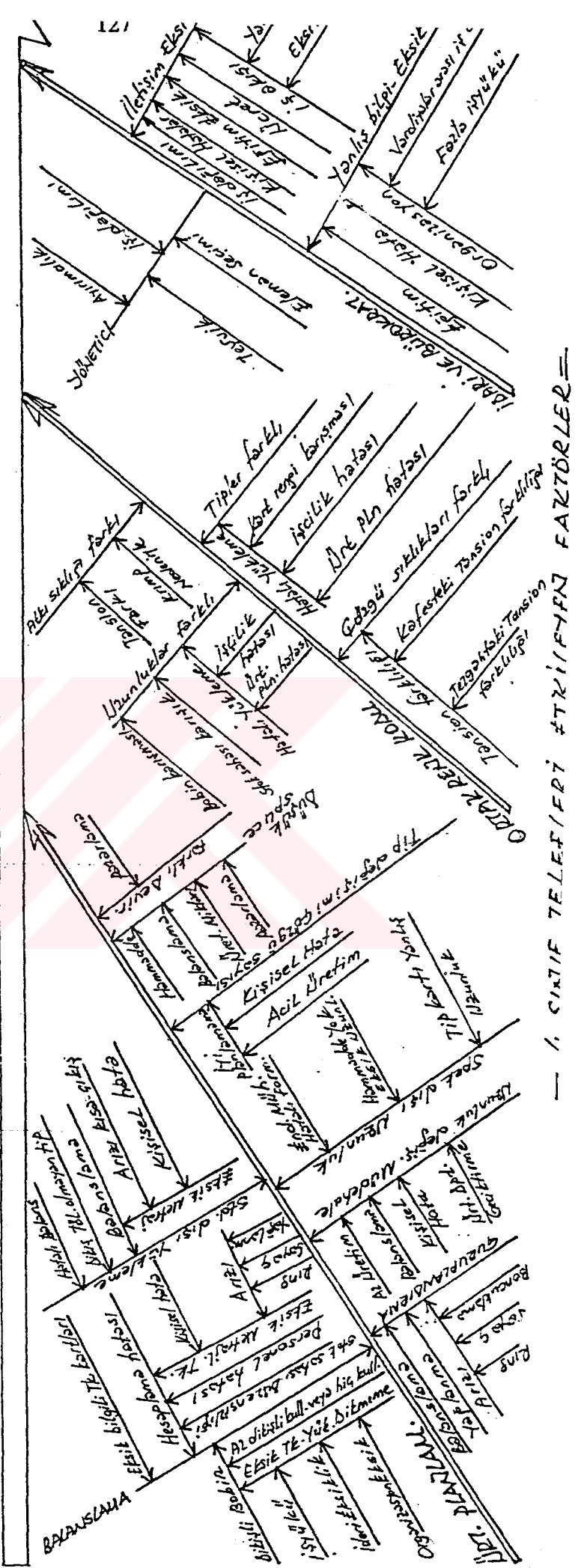
1990 OCAK-ŞUAT AYLARI TELEFLERİ (K.G.)



LEF SINIFLARI

BEYİN FIRTINASI
4 SINIF TELEFLERİ ETKİLEYEN SEBEPLER

- Üretim Planlama balanslama
- Atkı sıklıkları
- Std.dışı yüklemeler
- Düşük splice % ile çalışma
- Aynı renk kodunda birden fazla tip ve stil çalışması
- End. Müh. kont. uzunluk
- Uzunluk değişimlerinin zamanında yapılmaması (planlama)
- Planlama yanlış uzunluk
- İletişim
- + Dokuma yapılmaması
- İşçilik hatası
- Katlı bükümde sayaç hatalarının karta yazılmaması
- Dokuma aşılama limitlerinin uygulanmaması
- Takım kartlarında bilgi eksikliği
- Katlı bükümden gelen gerilim farklılığı
- Katlı bükümden gelen + sarımlar
- Persolen eğitim eksikliği
- Dokuma devir farklılıkları
- Üretim mixsinin ayarlanmaması
- Tip kartlarında + uzunlukların belirtilmemesi
- Değişik devirli malların aynı kafese yüklenmesi
- Pazarlama hatası
- Fazla guruplandırmaya gitme
- Tip değişikliğinin yakın özgü sayısına göre yapılmaması
- Dokuma stok sahasında, kafes yüklemede yanlışma fifo sistemine uyulması
- Dokuma tezgahlarının farklı tansiyonlarda çalışması
- Bükümden gelen düzensiz sarım
- Sarım silindirleri, sayaç bağlantısı
- Sayaç
- Zımpara silindiri
- Atkısız dokuma
- Tezgahlarda çaprazların bulunması
- Bozuk iğler
- Dikişli bobinlerin eksik metrajlı olması
- Sarım diğli hataları



BITİRİLEN ÇALIŞMALAR

PROBLEMLER

ÇÖZÜMLER

SONUÇLAR

1. BUKUM MAK.'NIN TEMİZLENMESİ VE UZUN SURELİ DURUS SIRASINDA, KOPÇA RINGELERİNİN VE KARE BOBULARIN SUDAN KLİMA'DAN ETKİLENEREK PASLANMASI VE KOPÇA FİRLAMASININ ARTIMI.

- TEMİZLİK VE UZUN SURELİ DURUSLAR-
DA RINGELERİN SUDAN VE KLİMA'DAN-
ETKİLEMESİ İÇİN KILIF YAPTIRIL-
MASI ÖNERİLDİ.

- ÜST KOMİTE TARAFINDAN
KABUL EDİLDİ.
- KILIF YAPTIRILARAK BİR
FAB.DA UYGULAMAYA ALIN-
DI.

2. KOPÇA RINGİ ÖMRÜNÜN GERİ-
LİME ETKİSİ.

- YAPILAN GERİLİM ÖLÇÜMLERİNDE-
18 AY OLAN RING TEMİZLEME SU-
RESİNİN FAZLA OLDUĞU TESBİT-
EDİLEREK 12 AYA İNDİRİLMESİ-
ÖNERİLDİ.

- ÜST KOMİTE TARAFINDAN
KABUL EDİLDİ.
- BİR FAB.DA UYGULAMAYA
ALINDI.

3. GENEL DURUSTAN SONRA
KARŞILASILAN PROBLEMLER.
KOPÇA FİRLAMASI, FLAMAN-
TASYONU.

- GENEL DURUS ÖNCESİ, GENEL -
DURUS VE GENEL DURUS SONRA-
SINDA BUKUM DOKUMA ÜNİTELE-
RİNDE YAPILACAK İŞLERİN TES-
BİT EDİLEREK TEKNİK MANUEL'E-
GİRMESİ ÖNERİLDİ.

- ÜST KOMİTE TARAFINDAN
KABUL EDİLDİ.
- TEKNİK MANUEL'E GİRDİ.

4. II.SINIF TELEFLERİN ARA-
BALAR İÇİNDE KARISIK TOP-
LANMASI VE TELEF SAHASIN-
DA ELLE, BİÇAKLA VE MAKAS-
LA TELEF EDİLMESİ.

a)- YAĞLANMIŞ BOBİNLERLE TEMİZ -
STD.DİSİ BOBİNLERİN BİRBİRİ-
NE TEMAS EDEREK YAĞLANMASINI-
ÖNLEMELİK İÇİN İGLİ ARABA YA -
PILMASI ÖNERİLDİ.

- ÜST KOMİTE TARAFINDAN
KABUL EDİLDİ.
- DENEME İÇİN BİR TANE
YAPILMASINA KARAR VE-
RİLDİ.

b)- TELEF SAHASINA GELEN HASARLI
BOBİNLERİN ELLE TEMİZLENMESİ
SIRASINDA ASIRI TELEF VE İS-
GÜCÜ KAYBINI ÖNLEMELİK İÇİN
TELEF TAMBURU İLE TEMİZLEN-
MESİ ÖNERİLDİ.

- ÜST KOMİTE TARAFINDAN
KABUL EDİLDİ.
- DENEME İÇİN BİR TANE
YAPILMASINA KARAR VE-
RİLDİ.

8. SONUÇ

Bugün iş dünyasında, rasyonel hareket edebilmek için sevk ve idareciler lüzumlu olan istatistiklerden yararlanmak zorundadırlar.

Hatta istatistiklerin hepsini hazır bulmak mümkün olamayacağından, işletme faaliyetleri için gerekli olan nitelikteki bazı istatistiklerin işletme bünyesinde hazırlanması gerekir.

Teknolojinin gelişmesi ile artan rekabet, kaliteli mamul üretimini zorunlu kılmaktadır. İşletmeler, kaliteli mamul üretebilmek için üretimin her aşamasında istatistiği kullanmak zorundadırlar.

Çalışmamın uygulama kısmı için bir işletmenin kalite kontrol departmanında bir ay staj yapmam gerektiği söylendiğinde, istatistiği kullanan işletmeleri araştırdım. Büyük işletmeler dışında istatistiği hiçbir işletmenin kullanmadığını gördüm. KORDSA' nın Kalite Kontrol Departmanı' nda çalışmamın uygulama kısmını hazırladım.

Kordsa lastiklere kord bezi üreten bir fabrikadır. Kalite kontrol departmanında istatistiğin kullanıldığı Kordsa'da, işçisinden üst yöneticisine kadar herkes istatistik konusunda eğitilmiş durumdadır.

Hammaddenin fabrikaya girişinden, kord bezi olarak çıkışına kadar tüm üretim aşamalarında istatistikten yararlanmakta ve gerekli olan istatistikleri bünyesinde bulundurmaktadır.

Kalite kontrol, Kordsa'nın kurulduğu yıl olan 1975'den beri uygulanmaktadır; fakat istatistik 1986' da kullanılmaya başlanmıştır.

Kalite kontrol departmanı, Kalite Üretim Müdürlüğü ve Kalite Güvenliği olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır.

Kalite üretim müdürlüğü, hammadde işletmeye girdiği andan itibaren gerekli olan tüm testleri yapmaktadır.

Mesela. fabrikaya gelen hammaddede kontrol edilen özellikler şunlardır.

1- İplik No (dtex)

2- Kopma Mukavemeti

3- Kopma Uzaması

4- Belirli kg. da Uzama

5- Kısılma

6- Nem Yüzdesi

7- Bobin, patron ve ambalaj özelliği

Bütün bu özellikler için yapılan test sonuçlarının, belirlenen limitler arasında çıkıp çıkmadığını ve çıkan değerlere göre gelen hammaddenin kabul ya da red edileceğini kalite üretim müdürlüğü belirler.

Hammadde kabul edildikten sonra, kord bezi haline dönüşebilmesi için büküm, dokuma ve terbiye ünitelerinden geçer.

Kord ipliğine büküm verilmesinin nedeni:

Kord bezinin lastik karkası içindeki görevlerinden ikisi çok önemlidir. *Yüksek yorulma mukavemeti* ve *yüksek kopma mukavemeti*.

Belirli uzunluktaki ipliğe verilen büküm sayısı arttıkça ipliğin yorulmaya karşı olan mukavemeti artar. Bununla beraber büküm sayısındaki artış ipliğin kopmaya karşı olan mukavemetine kötü yönde etki eder. Bu nedenle, her iki özelliği uygun seviyede tutabilmek için her lastik tipi için optimum büküm sayısı tesbit edilmiştir.

Kord ipliğinin bükümü sırasında belirlenen limitlerden sapma olup olmadığının tesbiti için kalite üretim müdürlüğü tesadüfi örnekleme metodu ile test yapar.

Kord ipliğinin dokunma nedeni:

Kord bezi lastik yapımına başlanırken kalender ünitelerinde ince lastik hamuru ile kaplanır. Bu kalenderleme sırasında kordların eşit aralıklarla ve birbirlerine aynı mesafede paralel durması, dokuma ünitesinde sağlanmaktadır. Lastik içinde gelen yüke kordların direnci bu homojenlikle artar.

İmal edilecek lastiğin cinsine göre kord bezinde desimetreye kaç kord düşeceği hesap edilmiştir.

Kalite üretim müdürlüğü sistematik örneklemeyi kullanarak, kord ipliklerinin birbirlerinin aralarından geçmeleri ile oluşan atkı ve çözügülerin aynı hizada olup olmadığını ve kord sayısını tesbit eder.

Ayrıca kord ipliği dokunduktan sonra kısalma gösterir. Bu kısalmanın da limitleri belirlenmiştir ve yapılan testlerle kontrol edilir.

Kord bezinin terbiye ünitesinde banyoya sokulma nedeni:

Terbiye işleminden geçmemiş ham kordun sıcaklıkta kısalması daha düzensizdir; ve lastiklerde ebad düzensizliğine yol açar. Eğer kordun sıcaklıktaki boyca kısalması belirli limitler arasında değilse ve dolayısı ile bir değişim gösteriyor ise, üretilen lastiğin ebadları da değişken olur.

Çünkü lastik içine konacak kordun boyu üretilecek lastik ebadına göre sondan geriye doğru çapraz kesici açısına kadar hesap edilir.

İşte kord bezinin banyoya sokulmasının nedeni, ham kordun modülüs, uzama, kısalma gibi fiziksel özelliklerini ayarlamak ve yapışmasını temin etmektir.

Kalite üretim müdürlüğü sistematik örneklemeyi kullanarak yaptığı testlerle optimumu yakalamaya çalışmaktadır.

Kalite güvenliği müdürlüğü ise yapılacak olan testler için limitleri belirlemekte ve test sonuçlarına göre kararları vermektedir.

Kordsa'da yapılan ölçümlerle elde edilmiş kontrol grafikleri için olağan durumları ve yapılması gerekenleri maddeler halinde gösteren tablolar her üretim ünitesinde bulunan panolarda yer almaktadır. Buna göre işçiler ne yapacaklarını bilmektedirler.

Bütün gerekenleri yalmasına rağmen yine ölçüm değerleri değişmiyor ise, o zaman vardiya şefi kalite güvenliğine limit revizyonu için kalite uyarı formu yazmaktadır. Kalite güvenliği bu durumda ya yeni limit belirler ya da prosesin bir süre daha takibini öngörür.

Kordsa bütün bu istatistiksel tekniklerle elde ettiği verileri kalite çemberleri ve istatistiksel kalite kontrol toplantılarında değerlendirir.

Kalite çemberleri, işletmenin kaliteli mamul etmesinde büyük önem taşımaktadır. Kordsa'da 1990 yılında uygulanmaya başlanmış ve yararları görülmüştür. Çemberler, üretim ünitelerinin herbiri için ayrı ayrı oluşturulmaktadır. Böylelikle problemin derecesi daha kolay belirlenebilmekte ve çözümler bulunabilmektedir.

Çemberlerin oluşturulabilmesi için gönüllü olmak gerekmektedir. Aynı iş kolundan ve gönüllü üyeler, belirledikleri üretim sorunu için üst yönetimin onaylaması ile çemberi oluştururlar.

Öncelikle pareto diyagramını oluşturarak problemi ortaya koyarlar. Beyin fırtınası yaparak problemin nedenlerini belirlerler. Elde edilen öneriler herbiri kılçık oluşturacak şekilde sebep-sonuç (balık kılçığı) diyagramına yerleştirilir; ve kılçıkların teker teker ayıklanması ile sonuca ulaşırlar.

Çemberin sonunda çalışmanın faydalı olup olmadığını görebilmek amacı ile bir süre üretim yapıldıktan sonra kontrol amacı ile tekrar pareto diyagramı yapılmalıdır. Fakat uygulamada bunun için zaman gerektiğinden ve sonuca ulaşıldıktan sonra çember dağıldığından bu mümkün olmamaktadır.

İstatistiksel kalite kontrol toplantılarına kalite kontrol departmanından, biri kalite güvenliğinden biri de kalite üretim müdürlüğünden olmak üzere iki mühendis diğer departmanlardan ise bir yetkili katılmaktadır.

Bu toplantılarda, bütün bölümlere ait test sonuçları değerlendirilmektedir. Yani istatistiksel kalite kontrol toplantıları geneldir.

Mesela proses yetenek analizi ile elde edilen C_{pk} , C_A , C_p değerlerinin hedeften ne kadar saptıkları, nedenleri, ne yapılması gerektiği tartışılmakta, öneriler ortaya konulmakta, herkesçe uygun görülenler uygulamaya koyulmaktadır.

İstatistiksel kalite kontrol toplantılarında ayrıca, yapılacak testler için çekilen örneklerin sayılarının yorum yapmada yeterli olup olmadığı da değerlendirilmektedir.

Bir işletme için kalite ne kadar önemli ise, istatistikte o kadar önemlidir. Çünkü kaliteli mamül üretmenin en önemli yolu hammaddenin fabrikaya gelişinden, mamül olarak çıkışına kadar ki bütün aşamalarda kontrol edilmesidir. Hiç kontrol edilmeden üretilen mamül, üretim sonunda hatalı olarak elde edildiğinde yüksek maliyet ve zaman kaybına neden olacaktır.

Kordsa'da alt işçisinden, üst yöneticisine kadar herkes istatistik konusunda eğitilmiş durumdadır. Üretimde istatistik kullanılmasına karar verildiği zaman, bütün çalışanlara istatistiğin anlamı, kapsamı, önemi, nerelerde ve nasıl kullanılacağı anlatılmış; teknikleri öğretilmiştir.

İstatistiğin kullanılması ile, hem üretim maliyetleri düşmüş hem de üretimde tasarruf sağlanmıştır.

Elde edilen sonuçların en önemlisi doğru karar verme sağlanmıştır.

Sonuç olarak, istatistiksel teknikler işletmeye doğru karar verme olanağını sağlamıştır. Öyle ki işletme çalışanları, yaptıkları testler sonucunda birtakım veriler elde etmektedirler. Bu veriler vasıtası ile de üretimin nasıl gittiğini, sapmalar olup olmadığını, sapma var ise, nedenlerini ve ne yapılması gerektiğine karar verebilmektedirler.

İstatistiksel tekniklerden yararlanmayan işletmelerin en büyük kaybı yanlış karar vermeleri olacaktır. Çünkü onlar ne hammadde fabrikaya girdiğinde, ne üretim sırasında ne de mamul çıktıktan sonra hiçbir kontrol yapmadıklarından meydana gelen aksamaları tesbit edemeyeceklerdir. Sonuçta kalitesiz mamul üretildiğinde aksaklığın hangi üniteye olduğunu tesbit edemediklerinden yanlış kararlar alabileceklerdir.

Oysa ki istatistiği kullanmak onlara doğru karar vermeyi sağlayacak ve kaliteli mamül üretebileceklerdir.

KAYNAKLAR

Prof Dr. AKDENİZ, Fikri; Olasılık ve İstatistik, Ankara, 1984

Prof Dr. ÇÖMLEKÇİ, Necla; Yrd.Doç.Dr.YÜZER Fuat; Öğr. Gör.Dr.AĞAOĞLU Embiya; Ankara, 1984

Prof.Dr. ÇÖMLEKÇİ Necla; İstatistik, Eskişehir, 1984

Yrd. Doç.Dr. DALAY İsmail; Yıldız Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Yüksek Lisansı, İşletme Politikaları Ders Notları

Yrd.Doç.Mh.GÖZLÜ Sıtkı; Endüstriyel Kalite Kontrolü; İstanbul, 1990

Prof.Dr.GÜRTAN Kenan; İstatistiksel Araştırma Metodları, İstanbul, 1992

Doç.Dr. HALAÇ Osman; İstatistik, İstanbul, 1991

Doç.Dr.İDİL Orhan; - İşletmeciler İçin Genel İstatistik, İstanbul, 1983

- Örneklem Teorisi ve İşletme Yönetiminde Uygulanması, İstanbul, 1980

RICHARDS Max and GREENLAW Paul S.; Management Decision Behavior, Homewood, Illinois, 1972

Prof.Dr.SERPER Özer; Uygulamalı İstatistik, İstanbul, 1986

Doç.Dr. URAL Kenan; İstatistiksel Karar Alma, İstanbul, 1973

Doç.Dr. ÜNÜVAR Atakan; Mimar Sinan Üniversitesi Karar Kuramı Ders Notları

13-Kordsa Eğitim Notları, 1989

EKLER

Ek 1 . Normal Dağılım Tablosu

Ek 2. Hipotez Testleri Tablosu

Ek 3. F Dağılımı Tablosu

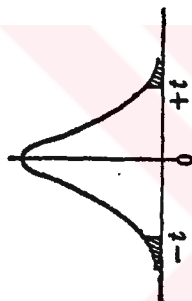
Ek 4. Ki - Kare Tablosu

Ek 5. İstatistiksel Proses Kontrol Teknikleri Yeterlilik Göstergesi Tablosu



A normal distribution curve is shown with a horizontal axis. The mean is marked as O . A point F is marked on the axis to the right of O . The area under the curve between O and F is shaded with diagonal lines.

$t = \frac{X - \bar{X}}{\sigma}$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0159	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549
0.7	0.2580	0.2612	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3718	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3859	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4068	0.4083	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4430	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4485	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4758	0.4762	0.4767
2.0	0.4773	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4865	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4980	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4986	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993								
3.3	0.4995									
3.4	0.4996									
3.5	0.4997									
3.6	0.4998									
3.7	0.4998									
3.8	0.4999									
3.9	0.4999									
4.0	0.4999									
4.5	0.4999									
5.0	0.4999									



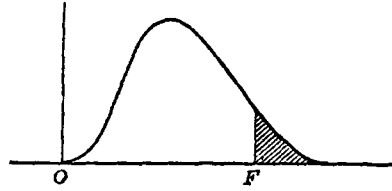
TABLO II

t

Serbestlik derecesi	P = 0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
1	0.158	0.325	0.510	0.727	1.000	1.376	1.983	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.142	0.289	0.445	0.617	0.816	1.081	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.137	0.277	0.424	0.594	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.134	0.271	0.414	0.589	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.132	0.267	0.408	0.583	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.131	0.265	0.404	0.553	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.130	0.263	0.402	0.549	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.130	0.262	0.399	0.546	0.706	0.889	1.108	1.397	1.880	2.306	2.896	3.355
9	0.129	0.261	0.398	0.543	0.703	0.883	1.100	1.383	1.863	2.262	2.821	3.250
10	0.129	0.260	0.397	0.542	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.129	0.260	0.396	0.540	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.128	0.259	0.395	0.539	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.691	3.055
13	0.128	0.259	0.394	0.538	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.128	0.258	0.393	0.537	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.128	0.258	0.393	0.536	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.128	0.258	0.392	0.535	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.127	0.257	0.392	0.534	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.127	0.257	0.392	0.534	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.127	0.257	0.391	0.533	0.688	0.861	1.065	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.127	0.257	0.391	0.533	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.127	0.257	0.391	0.532	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.127	0.256	0.390	0.532	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.127	0.256	0.390	0.532	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.127	0.256	0.390	0.531	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.127	0.256	0.390	0.531	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.127	0.256	0.390	0.531	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.127	0.256	0.389	0.531	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
∞	0.12566	0.25335	0.38532	0.52440	0.67440	0.84162	1.03643	1.28155	1.64485	1.95996	2.32634	2.57582

TABLO IV

F



Açık yazılar % 5, koyu yazılar % 1 ihtimale tekabül eden F değerleridir.

v_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
1	161 4052	200 4999	216 5403	225 5625	230 5764	234 5859	237 5928	239 5981	241 6022	242 6056	243 6082	244 6106	245 6142	246 6169	248 6208	249 6234	250 6258	251 6286	252 6302	253 6323	253 6334	254 6352	254 6361	254 6366
2	18.51 23.42	19.00 23.01	19.16 22.17	19.23 22.25	19.30 22.33	19.33 22.38	19.36 22.40	19.37 22.41	19.38 22.43	19.39 22.44	19.40 22.45	19.41 22.46	19.42 22.47	19.43 22.48	19.44 22.49	19.45 22.50	19.46 22.51	19.47 22.52	19.47 22.53	19.48 22.54	19.49 22.55	19.49 22.56	19.50 22.57	19.50 22.58
3	10.13 34.12	9.55 30.81	9.28 29.46	9.12 28.72	9.01 28.24	8.94 27.91	8.88 27.67	8.84 27.49	8.81 27.34	8.78 27.23	8.76 27.15	8.74 27.06	8.71 26.92	8.69 26.83	8.66 26.69	8.64 26.60	8.62 26.50	8.60 26.41	8.58 26.30	8.57 26.27	8.56 26.23	8.54 26.18	8.54 26.14	8.53 26.12
4	7.71 21.30	6.94 18.00	6.59 16.69	6.39 15.98	6.26 15.32	6.16 15.21	6.09 14.98	6.04 14.80	6.00 14.66	5.96 14.54	5.93 14.45	5.91 14.37	5.87 14.24	5.84 14.15	5.80 14.02	5.77 13.93	5.74 13.83	5.71 13.74	5.70 13.69	5.68 13.61	5.66 13.57	5.65 13.52	5.64 13.48	5.63 13.46
5	6.61 16.26	5.79 13.27	5.41 12.06	5.19 11.39	5.05 10.97	4.95 10.67	4.88 10.45	4.82 10.27	4.78 10.15	4.74 10.06	4.70 9.96	4.68 9.89	4.64 9.77	4.60 9.68	4.56 9.58	4.53 9.47	4.50 9.38	4.46 9.29	4.44 9.24	4.42 9.17	4.40 9.13	4.38 9.07	4.37 9.04	4.36 9.02
6	5.99 13.74	5.14 10.92	4.76 9.78	4.53 9.15	4.39 8.78	4.28 8.63	4.21 8.47	4.15 8.26	4.10 8.08	4.06 7.98	4.03 7.87	4.00 7.79	3.96 7.72	3.92 7.60	3.87 7.52	3.84 7.39	3.81 7.33	3.77 7.23	3.75 7.14	3.72 7.09	3.71 7.02	3.69 6.99	3.68 6.94	3.67 6.93
7	5.59 12.25	4.74 9.55	4.35 8.45	4.12 7.85	3.97 7.48	3.87 7.19	3.79 7.00	3.73 6.84	3.68 6.71	3.63 6.62	3.60 6.54	3.57 6.47	3.52 6.35	3.49 6.27	3.44 6.15	3.41 6.07	3.38 5.98	3.34 5.90	3.32 5.85	3.29 5.78	3.28 5.70	3.25 5.67	3.24 5.66	3.23 5.66
8	5.32 11.26	4.46 8.65	4.07 7.59	3.84 7.01	3.69 6.83	3.58 6.67	3.50 6.53	3.44 6.40	3.39 6.31	3.34 6.23	3.31 6.15	3.28 6.07	3.23 5.95	3.20 5.86	3.15 5.78	3.12 5.70	3.08 5.62	3.05 5.50	3.03 5.41	3.00 5.36	2.98 5.28	2.96 5.20	2.94 5.13	2.93 5.08
9	5.12 10.56	4.26 8.02	3.86 6.99	3.63 6.42	3.48 6.06	3.37 5.80	3.29 5.63	3.23 5.47	3.18 5.35	3.13 5.26	3.10 5.18	3.07 5.11	3.02 5.00	2.98 4.92	2.93 4.80	2.90 4.73	2.86 4.64	2.82 4.56	2.80 4.51	2.77 4.45	2.76 4.41	2.73 4.36	2.72 4.33	2.71 4.31
10	4.96 10.04	4.10 7.56	3.71 6.51	3.48 6.03	3.33 5.69	3.22 5.39	3.14 5.21	3.07 5.06	3.03 4.95	2.97 4.85	2.94 4.78	2.91 4.71	2.86 4.60	2.82 4.52	2.77 4.41	2.74 4.33	2.70 4.25	2.67 4.17	2.64 4.12	2.61 4.05	2.59 4.01	2.56 3.96	2.55 3.93	2.54 3.91
11	4.84 9.65	3.98 7.20	3.59 6.23	3.36 5.97	3.20 5.52	3.09 5.07	3.01 4.88	2.95 4.74	2.90 4.63	2.86 4.54	2.82 4.46	2.79 4.40	2.74 4.29	2.70 4.21	2.65 4.10	2.61 4.02	2.57 3.94	2.53 3.86	2.50 3.80	2.47 3.74	2.45 3.70	2.42 3.66	2.41 3.62	2.40 3.60
12	4.75 9.33	3.83 6.93	3.49 6.33	3.26 5.95	3.11 5.61	3.00 5.28	2.92 4.82	2.85 4.65	2.80 4.50	2.76 4.39	2.72 4.30	2.69 4.22	2.64 4.15	2.60 4.06	2.54 3.98	2.50 3.88	2.46 3.78	2.42 3.69	2.40 3.61	2.36 3.56	2.35 3.49	2.32 3.41	2.31 3.38	2.30 3.36
13	4.67 9.07	3.80 6.70	3.41 6.20	3.18 5.80	3.02 4.86	2.92 4.62	2.84 4.44	2.77 4.30	2.72 4.19	2.67 4.10	2.63 4.02	2.60 3.96	2.55 3.85	2.51 3.78	2.46 3.67	2.42 3.59	2.38 3.51	2.34 3.42	2.32 3.37	2.28 3.30	2.26 3.27	2.24 3.21	2.22 3.18	2.21 3.16
14	4.60 8.86	3.74 6.61	3.34 6.03	3.11 5.63	2.96 4.69	2.85 4.45	2.77 4.28	2.70 4.14	2.65 4.03	2.60 3.94	2.56 3.86	2.53 3.78	2.48 3.68	2.44 3.61	2.39 3.51	2.35 3.43	2.31 3.34	2.27 3.26	2.24 3.21	2.21 3.11	2.19 3.06	2.16 3.02	2.14 3.00	2.13 3.00
15	4.54 8.68	3.68 6.36	3.29 5.82	3.06 4.89	2.90 4.56	2.79 4.32	2.70 4.14	2.64 4.00	2.59 3.89	2.55 3.80	2.51 3.73	2.48 3.67	2.43 3.56	2.39 3.48	2.33 3.36	2.29 3.29	2.25 3.20	2.21 3.12	2.18 3.07	2.15 3.00	2.12 2.97	2.10 2.92	2.08 2.89	2.07 2.87
16	4.49 8.63	3.63 6.33	3.24 5.79	3.01 4.77	2.85 4.44	2.74 4.20	2.66 4.06	2.59 3.89	2.54 3.78	2.49 3.69	2.45 3.61	2.42 3.53	2.37 3.45	2.33 3.38	2.28 3.25	2.24 3.18	2.20 3.10	2.16 3.01	2.13 2.94	2.09 2.89	2.07 2.86	2.04 2.80	2.02 2.77	2.01 2.75
17	4.45 8.40	3.59 6.11	3.20 5.18	2.96 4.67	2.81 4.34	2.70 4.10	2.62 3.93	2.55 3.79	2.50 3.68	2.45 3.59	2.41 3.52	2.38 3.45	2.33 3.35	2.29 3.27	2.23 3.16	2.19 3.08	2.15 3.00	2.11 2.92	2.08 2.86	2.04 2.79	2.02 2.76	1.99 2.70	1.97 2.67	1.96 2.65
18	4.41 8.28	3.55 6.01	3.16 5.09	2.93 4.58	2.77 4.25	2.66 4.01	2.58 3.85	2.51 3.71	2.46 3.60	2.41 3.51	2.37 3.44	2.34 3.37	2.29 3.27	2.25 3.19	2.19 3.07	2.15 3.00	2.11 2.91	2.07 2.83	2.04 2.78	2.00 2.71	1.98 2.68	1.95 2.62	1.93 2.59	1.92 2.57
19	4.38 8.18	3.52 5.93	3.13 5.01	2.90 4.50	2.74 4.17	2.63 3.94	2.55 3.77	2.48 3.63	2.43 3.52	2.38 3.43	2.34 3.36	2.31 3.30	2.26 3.19	2.21 3.12	2.15 3.00	2.11 2.92	2.07 2.84	2.02 2.76	2.00 2.70	1.96 2.63	1.94 2.60	1.91 2.54	1.90 2.51	1.88 2.49
20	4.35 8.10	3.49 5.85	3.10 4.94	2.87 4.43	2.71 4.10	2.60 3.97	2.52 3.71	2.45 3.56	2.40 3.45	2.35 3.37	2.31 3.30	2.28 3.23	2.23 3.13	2.18 3.05	2.12 2.94	2.08 2.86	2.04 2.77	2.00 2.69	1.99 2.63	1.96 2.56	1.94 2.53	1.91 2.47	1.89 2.42	1.84 2.42
21	4.32 8.02	3.47 5.78	3.07 4.87	2.84 4.37	2.68 4.04	2.57 3.81	2.49 3.65	2.42 3.51	2.37 3.40	2.32 3.31	2.28 3.24	2.25 3.17	2.20 3.07	2.15 2.99	2.09 2.88	2.05 2.80	2.00 2.72	1.96 2.63	1.93 2.58	1.89 2.51	1.87 2.47	1.84 2.42	1.82 2.38	1.81 2.36
22	4.30 7.94	3.44 5.72	3.05 4.82	2.82 4.31	2.66 4.01	2.55 3.76	2.47 3.59	2.40 3.45	2.35 3.35	2.30 3.26	2.26 3.18	2.23 3.12	2.18 3.02	2.13 2.94	2.07 2.83	2.03 2.78	1.98 2.67	1.93 2.58	1.91 2.53	1.87 2.46	1.84 2.42	1.81 2.37	1.80 2.33	1.78 2.31
23	4.28 7.88	3.42 5.66	3.03 4.76	2.80 4.26	2.61 3.94	2.53 3.71	2.45 3.54	2.38 3.41	2.32 3.30	2.28 3.21	2.24 3.14	2.20 3.07	2.14 2.97	2.10 2.89	2.04 2.78	2.00 2.70	1.96 2.62	1.91 2.53	1.88 2.48	1.84 2.41	1.82 2.37	1.79 2.32	1.77 2.28	1.76 2.26
24	4.26 7.82	3.40 5.61	3.01 4.72	2.78 4.22	2.62 3.90	2.51 3.67	2.43 3.50	2.36 3.35	2.30 3.25	2.26 3.17	2.22 3.09	2.18 3.03	2.13 2.93	2.08 2.88	2.02 2.74	1.98 2.66	1.94 2.58	1.89 2.49	1.86 2.44	1.82 2.36	1.80 2.33	1.76 2.27	1.74 2.23	1.73 2.21
25	4.24 7.77	3.38 5.57	2.99 4.63	2.76 4.18	2.60 3.86	2.49 3.63	2.41 3.46	2.34 3.32	2.28 3.21	2.24 3.13	2.20 3.05	2.16 2.99	2.11 2.89	2.06 2.81	2.00 2.70	1.96 2.62	1.92 2.54	1.87 2.46	1.84 2.40	1.80 2.32	1.77 2.29	1.74 2.23	1.72 2.19	1.71 2.17
26	4.22 7.73	3.37 5.53	2.89 4.64	2.74 4.14	2.59 3.82	2.47 3.59	2.39 3.42	2.32 3.29	2.27 3.17	2.22 3.09	2.18 3.02	2.15 2.96	2.10 2.86	2.05 2.77	1.99 2.66	1.95 2.58	1.90 2.50	1.85 2.41	1.82 2.36	1.78 2.28	1.76 2.25	1.72 2.19	1.70 2.15	1.69 2.13

 v_1 : Daha büyük değere kabul eden serbestlik derecesi v_2 : Daha küçük değere kabul eden serbestlik derecesi

TABLO IV

F

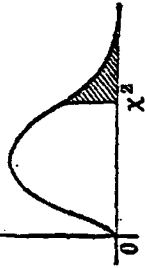
Açık yazılar % 5, koyu yazılar % 1 ihtimale tekabül eden F değerleridir.

Serbestlik Derecesi ν_2	ν_1																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
27	4.21 7.68	3.35 5.49	2.96 4.60	2.73 4.11	2.57 3.79	2.46 3.56	2.37 3.39	2.30 3.26	2.25 3.14	2.20 3.06	2.16 2.98	2.13 2.93	2.08 2.83	2.03 2.74	1.97 2.63	1.93 2.55	1.88 2.47	1.84 2.38	1.80 2.33	1.76 2.28	1.74 2.21	1.71 2.16	1.68 2.12	1.67 2.10
28	4.20 7.64	3.34 5.48	2.95 4.57	2.71 4.07	2.56 3.76	2.44 3.53	2.36 3.36	2.29 3.23	2.24 3.11	2.19 3.03	2.15 2.95	2.12 2.90	2.06 2.80	2.02 2.71	1.96 2.60	1.91 2.52	1.87 2.44	1.81 2.35	1.78 2.30	1.75 2.23	1.72 2.18	1.69 2.13	1.67 2.09	1.65 2.06
29	4.18 7.60	3.33 5.52	2.93 4.54	2.70 4.04	2.54 3.73	2.43 3.59	2.35 3.33	2.28 3.20	2.22 3.08	2.18 3.00	2.14 2.92	2.10 2.87	2.05 2.77	2.00 2.68	1.94 2.57	1.90 2.49	1.85 2.41	1.80 2.32	1.77 2.27	1.73 2.19	1.71 2.15	1.68 2.10	1.65 2.06	1.64 2.03
30	4.17 7.56	3.32 5.50	2.92 4.51	2.69 4.02	2.53 3.70	2.42 3.47	2.34 3.30	2.27 3.17	2.21 3.06	2.16 2.98	2.12 2.90	2.09 2.84	2.04 2.74	1.99 2.66	1.93 2.58	1.89 2.47	1.84 2.38	1.79 2.29	1.76 2.24	1.72 2.16	1.69 2.13	1.66 2.07	1.64 2.03	1.62 2.01
32	4.15 7.50	3.30 5.34	2.90 4.46	2.67 3.97	2.51 3.66	2.40 3.42	2.32 3.25	2.25 3.12	2.19 3.01	2.14 2.94	2.10 2.86	2.07 2.80	2.02 2.70	1.97 2.62	1.91 2.51	1.86 2.42	1.82 2.34	1.76 2.26	1.74 2.20	1.69 2.12	1.67 2.08	1.64 2.02	1.61 1.98	1.59 1.96
34	4.13 7.44	3.28 5.29	2.88 4.42	2.65 3.93	2.49 3.61	2.38 3.38	2.30 3.21	2.23 3.08	2.17 2.97	2.12 2.89	2.08 2.82	2.05 2.76	2.00 2.66	1.95 2.58	1.89 2.47	1.84 2.38	1.80 2.30	1.74 2.21	1.71 2.15	1.67 2.08	1.64 2.04	1.61 1.98	1.59 1.94	1.57 1.91
36	4.11 7.37	3.26 5.23	2.86 4.38	2.63 3.89	2.48 3.58	2.36 3.35	2.28 3.18	2.21 3.04	2.15 2.94	2.10 2.86	2.06 2.78	2.03 2.72	1.99 2.62	1.93 2.54	1.87 2.43	1.82 2.35	1.78 2.26	1.72 2.17	1.69 2.12	1.65 2.04	1.62 2.00	1.59 1.94	1.56 1.90	1.55 1.87
38	4.10 7.35	3.25 5.21	2.85 4.34	2.62 3.86	2.46 3.54	2.35 3.32	2.26 3.15	2.19 3.02	2.14 2.91	2.09 2.82	2.05 2.75	2.02 2.69	1.96 2.59	1.92 2.51	1.85 2.40	1.80 2.32	1.76 2.22	1.71 2.14	1.67 2.08	1.63 2.00	1.60 1.97	1.57 1.90	1.54 1.86	1.53 1.84
40	4.08 7.31	3.23 5.18	2.84 4.31	2.61 3.85	2.45 3.51	2.34 3.29	2.25 3.12	2.18 2.99	2.12 2.88	2.07 2.80	2.04 2.73	2.00 2.66	1.95 2.56	1.90 2.49	1.84 2.37	1.79 2.29	1.74 2.20	1.69 2.11	1.66 2.05	1.61 1.97	1.59 1.94	1.55 1.88	1.53 1.84	1.51 1.81
42	4.07 7.27	3.22 5.16	2.83 4.29	2.59 3.80	2.44 3.49	2.32 3.26	2.24 3.10	2.17 2.96	2.11 2.86	2.06 2.77	2.02 2.70	1.99 2.64	1.94 2.54	1.89 2.46	1.82 2.35	1.78 2.26	1.73 2.17	1.68 2.08	1.64 2.02	1.60 1.94	1.57 1.91	1.54 1.85	1.51 1.80	1.49 1.78
44	4.06 7.24	3.21 5.12	2.82 4.25	2.58 3.78	2.43 3.43	2.31 3.24	2.23 3.07	2.16 2.94	2.10 2.84	2.05 2.78	2.01 2.68	1.98 2.62	1.92 2.52	1.88 2.44	1.81 2.32	1.76 2.24	1.72 2.15	1.66 2.04	1.63 2.00	1.58 1.92	1.56 1.88	1.52 1.82	1.50 1.78	1.48 1.76
46	4.05 7.21	3.20 5.10	2.81 4.24	2.57 3.76	2.42 3.44	2.30 3.22	2.22 3.06	2.14 2.92	2.09 2.82	2.04 2.73	2.00 2.66	1.97 2.60	1.91 2.50	1.87 2.42	1.80 2.30	1.75 2.22	1.71 2.13	1.65 2.04	1.62 1.98	1.57 1.90	1.54 1.86	1.51 1.80	1.48 1.76	1.46 1.72
48	4.04 7.19	3.19 5.08	2.80 4.22	2.56 3.74	2.41 3.42	2.30 3.20	2.21 3.04	2.14 2.90	2.08 2.80	2.03 2.71	1.99 2.64	1.96 2.58	1.90 2.48	1.86 2.40	1.79 2.28	1.74 2.20	1.70 2.11	1.64 2.02	1.61 1.96	1.56 1.88	1.53 1.84	1.50 1.78	1.47 1.73	1.45 1.70
50	4.03 7.17	3.18 5.06	2.79 4.20	2.56 3.72	2.40 3.41	2.29 3.18	2.20 3.02	2.13 2.88	2.07 2.78	2.02 2.70	1.98 2.62	1.95 2.56	1.90 2.46	1.85 2.39	1.78 2.26	1.74 2.18	1.69 2.10	1.63 2.00	1.60 1.94	1.55 1.86	1.52 1.82	1.48 1.76	1.46 1.71	1.44 1.68
55	4.02 7.13	3.17 5.01	2.78 4.16	2.54 3.68	2.38 3.37	2.27 3.15	2.18 2.98	2.11 2.85	2.05 2.75	2.00 2.68	1.97 2.59	1.93 2.53	1.88 2.43	1.83 2.35	1.76 2.23	1.72 2.15	1.67 2.06	1.61 1.96	1.58 1.90	1.52 1.82	1.50 1.78	1.46 1.71	1.43 1.66	1.41 1.64
60	4.00 7.08	3.15 4.98	2.76 4.13	2.52 3.65	2.37 3.34	2.25 3.12	2.17 2.96	2.10 2.82	2.04 2.72	1.99 2.63	1.95 2.56	1.92 2.50	1.86 2.40	1.81 2.32	1.75 2.20	1.70 2.12	1.65 2.03	1.59 1.93	1.56 1.87	1.50 1.79	1.48 1.74	1.44 1.68	1.41 1.63	1.39 1.60
65	3.99 7.04	3.14 4.95	2.75 4.10	2.51 3.62	2.36 3.31	2.24 3.09	2.15 2.93	2.08 2.79	2.02 2.61	1.98 2.64	1.94 2.47	1.90 2.57	1.85 2.37	1.80 2.30	1.73 2.18	1.68 2.09	1.63 2.00	1.57 1.84	1.54 1.84	1.49 1.76	1.46 1.71	1.42 1.64	1.39 1.60	1.37 1.58
70	3.98 7.01	3.13 4.92	2.74 4.08	2.50 3.60	2.35 3.29	2.32 3.07	2.14 2.91	2.07 2.77	2.01 2.67	1.97 2.59	1.93 2.51	1.89 2.45	1.84 2.35	1.79 2.28	1.72 2.15	1.67 2.07	1.62 1.98	1.56 1.88	1.53 1.82	1.47 1.74	1.45 1.69	1.40 1.62	1.37 1.56	1.35 1.53
80	3.96 6.96	3.11 4.88	2.72 4.04	2.48 3.56	2.33 3.25	2.21 3.04	2.12 2.87	2.05 2.74	1.99 2.64	1.95 2.55	1.91 2.48	1.88 2.41	1.82 2.32	1.77 2.24	1.70 2.11	1.65 2.03	1.60 1.94	1.54 1.84	1.51 1.78	1.45 1.70	1.42 1.65	1.38 1.57	1.35 1.52	1.32 1.49
100	3.94 6.82	3.09 4.82	2.70 3.98	2.46 3.51	2.30 3.20	2.19 2.99	2.10 2.82	2.03 2.69	1.97 2.59	1.92 2.51	1.88 2.43	1.85 2.36	1.79 2.26	1.75 2.19	1.68 2.06	1.63 1.98	1.57 1.89	1.51 1.79	1.48 1.73	1.42 1.64	1.39 1.69	1.34 1.51	1.30 1.46	1.28 1.43
125	3.92 6.74	3.07 4.78	2.68 3.94	2.44 3.47	2.29 3.17	2.17 2.95	2.08 2.79	2.01 2.65	1.95 2.55	1.90 2.47	1.86 2.40	1.83 2.33	1.77 2.23	1.72 2.15	1.65 2.03	1.60 1.94	1.55 1.78	1.49 1.75	1.45 1.68	1.39 1.69	1.36 1.51	1.31 1.43	1.27 1.40	1.25 1.37
150	3.91 6.81	3.06 4.75	2.67 3.91	2.43 3.44	2.27 3.13	2.16 2.92	2.07 2.76	2.00 2.62	1.94 2.53	1.89 2.44	1.85 2.37	1.82 2.30	1.76 2.20	1.71 2.12	1.64 2.00	1.59 1.91	1.54 1.83	1.47 1.72	1.44 1.66	1.37 1.56	1.34 1.51	1.29 1.43	1.25 1.37	1.22 1.33
200	3.89 6.76	3.04 4.71	2.65 3.88	2.41 3.41	2.26 3.11	2.14 2.90	2.05 2.73	1.98 2.60	1.92 2.50	1.87 2.41	1.83 2.34	1.80 2.28	1.74 2.17	1.69 2.09	1.62 1.97	1.57 1.88	1.51 1.79	1.45 1.69	1.42 1.62	1.35 1.53	1.32 1.48	1.26 1.39	1.22 1.33	1.19 1.28
400	3.86 6.70	3.02 4.66	2.62 3.83	2.39 3.36	2.23 3.06	2.12 2.85	2.03 2.69	1.96 2.55	1.90 2.46	1.85 2.37	1.81 2.29	1.78 2.23	1.72 2.12	1.67 2.04	1.60 1.92	1.54 1.84	1.49 1.74	1.42 1.64	1.38 1.57	1.32 1.47	1.28 1.42	1.22 1.33	1.16 1.24	1.13 1.19
1000	3.85 6.66	3.00 4.62	2.61 3.80	2.38 3.34	2.22 3.04	2.10 2.82	2.02 2.66	1.95 2.52	1.89 2.43	1.84 2.26	1.80 2.30	1.76 2.09	1.70 2.01	1.65 1.89	1.58 1.81	1.53 1.71	1.47 1.61	1.41 1.54	1.36 1.44	1.30 1.38	1.26 1.28	1.19 1.23	1.13 1.19	1.08 1.11
∞	3.84 6.64	2.99 4.60	2.60 3.78	2.37 3.32	2.21 3.02	2.09 2.80	2.01 2.64	1.94 2.51	1.88 2.41	1.83 2.24	1.79 2.24	1.75 2.18	1.69 2.07	1.64 1.99	1.57 1.87	1.52 1.79	1.46 1.69	1.40 1.59	1.35 1.52	1.28 1.41	1.24 1.36	1.17 1.26	1.11 1.16	1.00 1.00

 ν_1 : Daha büyük değere kabul eden serbestlik derecesi ν_2 : Daha küçük değere kabul eden serbestlik derecesi

TABLO III

χ^2



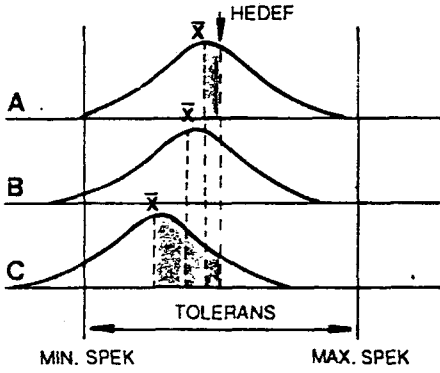
Serbestlik derecesi	P = 0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
1	0.000157	0.000628	0.00393	0.0158	0.0942	0.148	0.455	1.074	1.642	2.708	3.841	5.412	6.635
2	0.0201	0.0404	0.103	0.211	0.446	0.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210
3	0.115	0.185	0.352	0.584	1.005	1.424	2.366	3.665	4.642	6.251	7.879	9.837	11.341
4	0.297	0.429	0.711	1.064	1.649	2.195	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277
5	0.564	0.752	1.145	1.610	2.343	3.000	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086
6	0.872	1.134	1.635	2.204	3.070	3.828	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812
7	1.239	1.564	2.167	2.833	3.822	4.671	6.345	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475
8	1.646	2.032	2.733	3.490	4.594	5.627	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090
9	2.088	2.532	3.325	4.168	5.380	6.393	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666
10	2.558	3.059	3.940	4.865	6.179	7.267	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209
11	3.053	3.609	4.575	5.578	6.989	8.148	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725
12	3.571	4.178	5.226	6.304	7.807	9.034	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217
13	4.107	4.765	5.892	7.042	8.634	9.926	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688
14	4.660	5.368	6.571	7.790	9.467	10.821	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141
15	5.229	5.985	7.261	8.547	10.307	11.721	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578
16	5.812	6.614	7.962	9.312	11.152	12.624	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000
17	6.408	7.255	8.672	10.085	12.002	13.531	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409
18	7.015	7.906	9.390	10.865	12.857	14.440	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805
19	7.633	8.567	10.117	11.651	13.716	15.352	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191
20	8.260	9.237	10.891	12.443	14.573	16.266	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566
21	8.897	9.915	11.591	13.240	15.445	17.182	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932
22	9.542	10.600	12.338	14.041	16.314	18.101	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289
23	10.196	11.293	13.091	14.848	17.187	19.021	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.958	41.638
24	10.856	11.992	13.848	15.659	18.062	19.943	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980
25	11.524	12.697	14.611	16.473	18.940	20.867	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314
26	12.198	13.409	15.379	17.292	19.820	21.792	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.785	45.642
27	12.879	14.125	16.151	18.114	20.703	22.719	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963
28	13.565	14.847	16.928	18.939	21.588	23.647	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	45.419	48.278
29	14.250	15.574	17.708	19.768	22.475	24.577	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.583
30	14.963	16.306	18.493	20.599	23.364	25.508	29.336	33.530	36.260	40.250	43.773	47.962	50.892

$n > 30$ halinde, $\sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2p} - 1$ değerine tekabül eden alan normal eğri tablosundan aranacaktır.

IPK TEKNİKLERİ YETERLİLİK GÖSTERGESİ

C_A HEDEF YAKINLIK GÖSTERGESİ

FİİLİ ORTALAMANIN HEDEF (SPEK NOMİNALİNE) YAKINLIĞINI ÖLÇER.



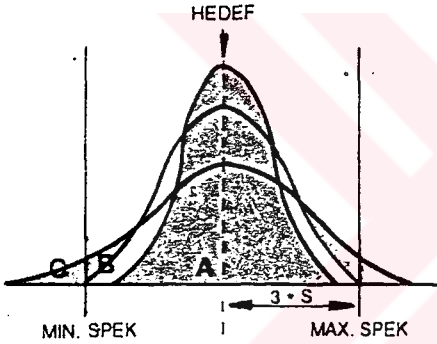
$$C_A = \frac{| \text{HEDEF} - \bar{x} |}{\text{TOL.} / 2} \cdot 100$$

HEDEFTEN KAYMA %'Sİ

	C _A	DEĞERLENDİRME
A	C _A ≤ 12.5	İYİ
B	12.5 < C _A ≤ 25	YETERLİ
C	C _A > 25	YETERSİZ

C_P HOMOJENLİK GÖSTERGESİ

FİİLİ DEĞERLERİN TOLERANSA GÖRE DAĞILIMINI (HOMOJENLİK, BASIKLIK, SİVRİLİK) ÖLÇER.

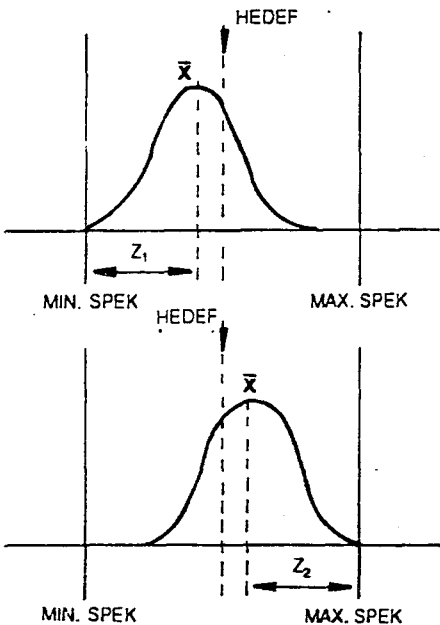


$$C_P = \frac{\text{TOLERANS}}{6 \cdot S}$$

	C _P	DEĞERLENDİRME
A	C _P ≥ 1.33	İYİ
B	1.33 > C _P ≥ 1.00	YETERLİ
C	C _P < 1.00	YETERSİZ

C_{PK} KALİTE UYGUNLUK GÖSTERGESİ

FİİLİ DEĞERLERİN HEDEF YAKINLIĞINA VE TOLERANSA GÖRE HOMOJENLİĞİNİN PROSES KALİTESİNİ ÖLÇER.



$$C_{PK} = \frac{Z_{\text{MIN}}}{3 \cdot S}$$

$$Z_1 = \bar{x} - \text{MIN. SPEK}$$

$$Z_2 = \text{MAX. SPEK} - \bar{x}$$

$$C_{PK} = C_P \left(1 - \frac{C_A}{100} \right)$$

	C _{PK}	DEĞERLENDİRME
A	C _{PK} ≥ 1.33	İYİ
B	1.33 > C _{PK} ≥ 1.00	YETERLİ
C	C _{PK} < 1.00	YETERSİZ