

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

139717

**KALIPTA BİÇİMLENDİRİLEN SAC PARÇALARIN
GEOMETRİK SPESİFİKASYONLARI İLE BİÇİM VE
BOYUT SAPMALARININ İNCELENMESİ**

139717

Makina Müh. Burak Veli GÖRÜR

FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ


Tez Danışmanı : Prof. M. Emin YURCİ (Yıldız Teknik Üniversitesi)

İkinci Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Numan DURAKBAŞA (Viyana Teknik Üniversitesi)

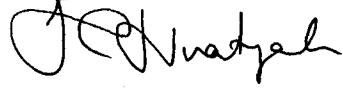
Prof. Mehmet Emin Yurci



Prof. Dr. Aysegül AKDOĞAN



Yrd. Doç. Dr.
Haydar LIVATYAL



İSTANBUL, 2003

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ÖNSÖZ.....	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. TANIMLAR	3
2.1 Değiştirilebilirlik.....	3
2.2 Tolerans	3
2.3 Geçmeler.....	4
2.4 Geometrik Kontrol ve Boyutlandırma	5
2.4.1 Şekil Toleransı	12
2.4.2 Referanslar.....	19
2.5 Koordinat Ölçme Tekniği	32
3. CMM İLE ÖLÇME	36
3.1 CMM Makine Yapısı	37
3.1.1 Tabla	37
3.1.1.1 Anti Titreşim Destekleri	38
3.1.2 Hareketli Parça.....	38
3.1.2.1 Ana Taşıyıcı.....	39
3.1.2.2 Merkezi Taşıyıcı	39
3.1.2.3 Z - Kolonu ve Ölçme	40
3.1.3 Koruyucular ve Panjurlar.....	40
3.2 Koordinat Ölçme Makinesi Tipleri.....	41
3.2.1 Dikey Tip CMM	41
3.2.2 Yatay Tip CMM	42
3.2.3 Ölçme Kolları	43
3.2.3.1 Ölçme Kolu Unsurları.....	45
3.2.3.2 Ölçme Kolunun Faydaları.....	45
3.2.3.3 Ölçme Kolu Özellikleri.....	45
3.3 Koordinat Ölçme Makinesi Operasyon Tarzları.....	45
3.4 Prob Tipleri.....	46
3.4.1 Sert Prob	46
3.4.2 Yumuşak Problar	46
3.5 Kalibrasyon.....	48

3.6	Alt Programlar	49
3.7	Makine Koordinat Sistemi	50
3.8	Parça Koordinat Sistemi	51
3.8.1	Hizalama	51
3.8.2	Referans	52
3.8.3	Nakil	53
3.8.4	Rotasyon	53
3.8.5	Ölçülen ve Düzenlenen Unsurlar	54
3.8.5.1	İnşa Edilmiş Unsurlar	54
3.9	Hacimsel Telafi	55
3.10	Prob Telafisi	55
3.11	İzdüşümler	56
3.12	Etkili Prob Teknikleri Kullanımı	57
3.13	CMM Sistemi Kullanarak Obje Geometrisi Belirlenmesi	60
3.14	Ölçme Sistemleri Analizi	60
3.15	Kaporta Ölçme Sistemleri	61
3.15.1	Ölçme Sistemleri Uygulamaları	61
3.15.2	Parça Konumlama Sistemi	64
4.	ÖLÇÜ VE BİÇİM TAMLIGI ANALIZI	67
4.1	İmalat Doğruluğunun Temelleri	67
4.2	Ölçme Kabiliyeti	67
4.2.1	Kontrol Fikstürü Verisi İçin Ölçme Kabiliyeti	67
4.2.2	CMM Verisi için Ölçü Kabiliyeti	70
4.3	Ölçme Sistemi Analizi	72
4.3.1	Ölçü Hatası ve Parça Tipi	73
4.3.2	Ölçü Hatası ve Boyutsal Karakteristikler	73
4.3.3	Boyutlandırma ve Parça Konumlama Sisteminin GD&T Tamlığa Etkisi ..	76
4.3.3.1	Durum Çalışması I Kenetleme Sırası Tekniği	77
4.3.3.2	Ek Kenetleme Konumlayıcılarının Etkisi	79
4.3.4	Ölçü Çeşitliliği ve Parçadan Parçaya Çeşitlilik	82
4.4	Ölçme Sisteminin Boyutsal Değerlendirme Prosesine Etkisi	84
4.4.1	Ölçü Kabiliyeti ve Toleranslar	84
4.4.2	Aşırı Zorlanmış Kenet Sistemlerine Karşı Zorlanmış Kenet Sistemi	84
4.5	Otomotiv Endüstrisindeki Sac Metal Parçalarında Koordinat Ölçmeleri	
	Belirsizliği	87
4.5.1	Koordinat Ölçme Belirsizliği	87
4.5.2	İş Parçası Tetkiki için Ölçme Belirsizliği Sonuçları	88
4.5.3	Araba Parçalarının CMM ile Tetkiki	89
4.5.3.1	Ölçme Aleti	90
4.5.3.2	İş Parçası	90
4.5.4	Çevre	91
4.5.4.1	Standart Dışı Sıcaklık Şartlarındaki Geometrik Kalite Kontrolü Sırasında	
	CMM ve İş Parçası Arasındaki Etkileşim	93
4.5.4.2	Standart Dışı Sıcaklık Şartlarında Ölçme	94
4.5.4.2.1	Relativ Prob Pozisyonunun Sabit Durum Etkisi	94
4.5.4.2.2	İş Parçası ve Ölçeğin Stabil Durum Farkı ve Genleşmesi	95
4.5.4.2.3	Relativ Prob Pozisyonunda Süreksizlik	96
4.5.4.2.4	İş Parçası ve Ölçeğin Diferansiyel Genleşmesinin Süreksizliği	98
4.5.4.2.5	Standart Dışı Şartlarla Uğraşmak	99

4.5.4.2.6	Pratik Açıklama	101
4.5.4.3	CMM Titreşimi	103
4.5.4.4	Nem	106
4.5.4.5	Toz	106
4.5.4.6	Güç Desteği	106
4.5.4.7	Topraklama	106
4.5.5	Operatör	106
4.5.6	Belirsizlik Bütçesinin Hesaplanması	107
4.6	İstatistiksel Proses Kontrol ve Kalite Kontroldeki Önemi	108
4.7	Kontrol Şemaları	109
4.7.1	Kontrol Şemaları Çizilirken Takip Edilmesi Gereken Yollar	112
4.7.2	Kontrol Şemalarının Faydaları	113
4.7.3	Ölçülebilen Özellikler için Kontrol Şemaları	113
4.8	Proses Yeteneği Analizi	114
4.8.1	Proses Yeteneğinin Hesaplanmasında Çift Spesifikasyon Kullanımı	116
4.9	Makine Yeterlilik Analizi	117
4.9.1	Makine Yeterlilik Analizinin Yorumlanması	119
5.	UYGULAMA	120
5.1	Ölçme Hazırlık İşlemleri	120
5.1.1	CMM Tezgahının Sıfırlanması	120
5.1.2	Prob Kalibrasyonunun Yapılması	120
5.1.3	Prob Numarası ve Sayısının Tanımlanması	122
5.1.4	Prob Ucu Küresi Çapının Tanımlanması	122
5.1.5	Düzlem Tanımlama	123
5.1.6	Doğru Tanımlama	123
5.1.7	Nokta Tanımlama	124
5.1.8	Düzlem Tanıtılması	125
5.2	Dökümden Gelen Kalıbın Kontrolü	126
5.3	Bitmiş Kalıbın Ölçümü	127
5.4	Şekillendirilmiş Ön Göğüs Sacının Ölçümü	128
5.5	Konumlama Elemanlarının Tanıtılması ve Parça Ölçümü Hazırlıkları	130
5.5.1	Rijit Tutturma Sistemleri	130
5.5.1.1	Kalibro Ölçümü	131
5.5.2	Esnek Tutturma Sistemleri	133
5.5.3	Standart Modüller	134
5.5.3.1	Destek Modülleri	134
5.5.3.1.1	A - Destek Kaidesi	134
5.5.3.1.2	B - Slideler	135
5.5.3.1.3	C - Seviyeleme Destekleri	136
5.5.3.1.4	D - Kılavuz Pimleri	137
5.5.3.1.5	E - Kilit Kolu	137
5.5.3.1.6	F - T-Kanal Somun	137
5.5.3.2	Kenetleme Modülleri	138
5.5.3.2.1	A - Kenet Tabanı	139
5.5.3.2.2	B - Taşıyıcı	139
5.5.3.2.3	C - Kenet Tutucu	139
5.5.4	Kolonlar	140
5.5.4.1	Gereksinimler	140
5.5.4.2	Kolonların Tezgah Tablasına Bağlama Metodu	140

5.5.4.3	Kolon Destek Sistemi	141
5.5.5	Referanslama Elemanı	142
5.5.5.1	Gereksinimleri	142
5.5.5.2	Referans Elemanı Kullanımının Prensipleri	143
5.6	Sac Parça Ölçümleri	145
5.6.1	Ölçme ve Yaklaşma Noktalarını Belirleme	146
5.6.2	Ölçme Simülasyonu.....	147
5.7	Ön Göğüs Sacının Ölçme İşlemleri	149
5.7.1	Referansların Konumlandırılması.....	149
5.7.2	Modül Seçimi ve Kenet Sıkma Sırası.....	150
5.7.3	İPK Çalışması için Ölçüm Noktaları ve Eksenlerinin Belirlenmesi.....	150
5.7.4	Makine Yeterliliği.....	152
5.7.5	Ölçüm	153
5.7.6	X-R Çizelgelerinin İncelenmesi.....	154
5.7.7	Örnek Bir X Çizelgesinin İncelenmesi.....	162
6.	SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER.....	163
	KAYNAKLAR.....	167
	EKLER	
Ek 1	Ön Göğüs Alt Taban Derin Çekme Üst Göbek Kalıp Raporu	169
Ek 2	Sac Raporu.....	181
Ek 3	Kalibro Ölçüsel Kontrol Raporu	189
Ek 4	Referans Noktaları.....	208
Ek 5	Modül Tipleri ve Kenet Sıkma Sırası.....	211
Ek 6	Ölçme Noktaları.....	213
Ek 7	Makine Yetenek Raporu.....	217
Ek 8	X-R Çizelgeleri.....	220
Ek 9	Ölçüm Noktalarının Sapma Miktarları.....	229
Ek 10	X Çizelgesi dağılımı.....	232
Ek 11	Proses Kabiliyeti Çizelgesi.....	242
	ÖZGEÇMİŞ.....	244

SİMGE LİSTESİ

A_2	Müdahale sınırı
B_3	Müdahale sınırı
C_m	Makine yeteneği değeri
C_{mk}	Makine yeterliliği değeri
C_p	Proses yeteneği değeri
C_{pk}	Proses konumu değeri
d_2	Orta çizgi
D_4	Müdahale sınırı
L	Objenin boyu
L_o	Ölçme boyu
R	Değişim genişliği
R_z	Ortalama pürüzlülük değeri
s	Standart sapma
T	Ölçme sıcaklığı
T	Spesifikasyon limitlerinin genişliği
T_o	Referans sıcaklığı
T_{obje}	Objenin sıcaklığı
T_s	Ölçeğin sıcaklığı
T_w	İş parçası sıcaklığı
U	Yayıllı belirsizlik
U_o	Standart belirsizlik
U_{TC}	Isı telafisi belirsizliği
$U_{T,S}$	Ölçekteki ısı ölçümü belirsizliği
$U_{T,w}$	İş parçası üzerindeki ölçme sıcaklığı belirsizliği
$U_{\alpha,s}$	Ölçeğin uzunluk katsayısı belirsizliği
$U_{\alpha,w}$	İş parçası uzunluk genleşme katsayısı belirsizliği
U_ε	Sıcaklık belirsizliği hatası
X	Ortalama
ΔL	Uzunluk genleşmesi
ΔL_{obje}	Objenin boyundaki değişme
$\Delta L_{ölçek}$	Ölçeğin boyundaki değişme
ΔT_{obje}	Objenin sıcaklığındaki değişme
$\Delta T_{ölçek}$	Ölçeğin sıcaklığındaki değişme
ε	Sıcaklık hatası
σ	Standart sapma
$\sigma_{kurulum-dinamik}$	Dinamik tekrarlanabilirlik
$\sigma_{ölçü}$	Toplam ölçü kabiliyeti
σ_{statik}	Statik tekrarlanabilirlik
$\sigma_{tekrarlanabilirlik}$	Tekrarlanabilirlik kabiliyeti
σ_{pp}	Parçadan parçaya tekrarlanabilirlik
\emptyset	Çap
α	Uzunluk genleşmesi katsayısı
α_{obje}	Objenin uzunluk genleşme katsayısı
$d\alpha_{obje}$	Objenin CTE üzerindeki belirsizliği
α_s	Ölçeğin uzunluk genleşme katsayısı

KISALTMA LİSTESİ

A/SP	Auto Steel Partnership
AIAG	Automotive Industry Action Group
AKL	Alt Kontrol Limiti
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CMM	Coordinate Measuring Machine
CNC	Computer Numeric Control
CTE	Coefficient of Thermal Expansion
DIN	Deutsches Institut für Normung
FIM	Full Indicator Movement
GD&T	Geometric Dimensioning & Tolerancing
ISO	International Standard Organization
İPK	İstatistiksel Proses Kontrol
KKS	Karakter Kontrol Sembolleri
LCS	Local Coordinate System
LMC	Lower Material Condition
MCS	Machine Coordinate System
MMC	Maximum Material Condition
NC	Numeric Control
NDE	Nominal Differential Expansion
OCMM	Optic Coordinate Measurement Machine
RPP	Relative Prob Position
R&R	Repeatability and Reproducibility
RFS	Regardless Future Spesification
ÜKL	Üst Kontrol Limiti

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	İmalat maliyeti ve tolerans arasındaki ilişki.....	4
Şekil 2.2	ISO ya göre iki geçme sistemi (a) Mil esaslı sistem (b) Delik esaslı sistem	5
Şekil 2.3a,b	Karakteristik kontrol sembollerinin örnek ile gösterimi.....	6
Şekil 2.4	Maksimum ve minimum malzeme şartının gösterimi	8
Şekil 2.5	Maksimum ve minimum malzeme şartının gösterimi	9
Şekil 2.6	Doğrusallık değişiminin gösterimi	10
Şekil 2.7	Tekil yüzey formları ve salgı sembolleri.....	12
Şekil 2.8	Referans unsuru gösterimi	12
Şekil 2.9	Referans yüzeyleri	13
Şekil 2.10	Düzlemsellik ve doğrusallık	14
Şekil 2.11	Doğrusallık ve uygulamaları	15
Şekil 2.12	Yuvarlaklık ve uygulaması.....	16
Şekil 2.13	Yuvarlaklık ve tolerans kuşağı	17
Şekil 2.14	Silindiriklik ve uygulaması.....	18
Şekil 2.15	Referanslar.....	19
Şekil 2.16	Referans düzlemler.....	20
Şekil 2.17	Diklik ve uygulamaları	21
Şekil 2.18	Şekil toleransının diklik üzerindeki etkisi	22
Şekil 2.19	Açısallık ve tolerans kuşağı.....	23
Şekil 2.20	Paralellik ve tolerans kuşağı.....	24
Şekil 2.21	Delik ve paralellik toleransı.....	25
Şekil 2.22	Çizgi profili ve tolerans kuşağı.....	26
Şekil 2.23	Salgı ve tolerans kuşağı	27
Şekil 2.24	Plaka üzerinde pozisyon toleransı uygulaması.....	28
Şekil 2.25	(a, b, c, d) Kare ve silindirik tolerans kuşağı uygulaması	29
Şekil 2.25	(e, f, g) Pozisyon toleransının deliğe uygulanması.....	31
Şekil 2.26	Geleneksel metod ve CMM ile bir deliğin ölçülmesi.....	33
Şekil 2.27	Nominal geometri, gerçek geometri ve yedek geometri	34
Şekil 3.1	Köprü tipi CMM.....	36
Şekil 3.2	CMM genel görünüşü.....	37
Şekil 3.3	CMM hareketli parça.....	38
Şekil 3.4	CMM merkezi taşıyıcı.....	39
Şekil 3.5	Z kolunu.....	40
Şekil 3.6	Ölçme laboratuvarı	41
Şekil 3.7	Dikey tip CMM	41
Şekil 3.8	Gantry tipi CMM.....	42
Şekil 3.9	Yatay tip CMM.....	42
Şekil 3.10	Ölçme kolu	43
Şekil 3.11	Ölçme kolunun kullanımı	44
Şekil 3.12	Sert prob	46
Şekil 3.13	Yumuşak prob	47
Şekil 3.14	Laser tip prob.....	47
Şekil 3.15	Kalibrasyon küresi.....	48
Şekil 3.16	Kalibrasyon küresi ile yumuşak probun kalibrasyonu	48
Şekil 3.17	CMM programları ekranı	49
Şekil 3.18	CMM ve eksenleri	50
Şekil 3.19	Parça koordinat sistemi.....	51

Şekil 3.20	Hizalama.....	52
Şekil 3.21	Referanslar.....	52
Şekil 3.22	Nakil	53
Şekil 3.23	Rotasyon	53
Şekil 3.24	Ölçülen ve düzenlenmiş unsurlar	54
Şekil 3.25	İnşaa edilmiş unsurlar	54
Şekil 3.26	Prob telafisi.....	55
Şekil 3.27	İzdüşümler	56
Şekil 3.28	İş parçasına prob yaklaşımları	57
Şekil 3.29	Probun yüzeye dik ve paralel yaklaşımları.....	57
Şekil 3.30	Prob gövdesine eğik yaklaşım.....	58
Şekil 3.31	Prob bindirmeleri.....	58
Şekil 3.32	Prob etkili çalışma boyu	59
Şekil 3.33	Kaporta yan kısmı kontrol fikstürü.....	62
Şekil 3.34	Kaporta yan kısmı ve CMM	62
Şekil 3.35	Araba kaportası koordinat sistemi	64
Şekil 3.36	3-2-1 Konumlama düzeni	65
Şekil 3.37	C Firmasına karşı E firmasının konumlayıcı kenet sayısı	66
Şekil 4.1	Kontrol fikstürleri için ölçü standart sapması	69
Şekil 4.2	% Ölçü R&R dağılımı (Hedef < 30%)	69
Şekil 4.3	Tekrarlanabilirlik hatasıyla açıklanan ölçü çeşitliliği yüzdesi	70
Şekil 4.4	Statiğe karşı dinamik CMM ölçü tekrarlanabilirliği hatası	71
Şekil 4.5	Küçük/basit ve geniş/karmaşık parçaların ölçü hatası dağılımı	73
Şekil 4.6	Sağ ve sol koordinatlı boyutlar için ölçü hatası korelasyonu	74
Şekil 4.7	Dış panel tek gövde parçası için CMM ölçü çeşitliliği grafiği.....	74
Şekil 4.8	Referans düzenine karşı yüksek ölçü hatası	75
Şekil 4.9	Parça bölgesinden ölçü hatası.....	75
Şekil 4.10	Arka çamurluk paneli için boyutsal ölçümler.....	77
Şekil 4.11	Kenetleme sırasının 4 numaralı boyuta etkisi	78
Şekil 4.12	Kaporta kısmı uygunluğu ve kenetleme stratejileri.....	79
Şekil 4.13	Parçadan parçaya standart sapma ve yüzde ölçü çeşitliliği arasındaki ilişki.....	83
Şekil 4.14	Koordinat ölçüm sonuçları üzerindeki tesir faktörleri.....	87
Şekil 4.15	Ölçme sonuçlarının değerlendirilmesinde belirsizliğin önemi.....	88
Şekil 4.16	Araba kaportası tetkiki için yatay kollu CMM.....	89
Şekil 4.17	Prob kuvvetinden dolayı sac parça üzerindeki elastik deformasyonun önemi.....	91
Şekil 4.18	Makinenin termal deformasyonundan dolayı olan sabit durum hatası.....	95
Şekil 4.19	MCS deki LCS orjininin ölçüm ötelenmesi	97
Şekil 4.20	Müsade edilebilir ölçme zamanı ve sıcaklık çeşitliliği arasındaki kuramsal ilişki.....	98
Şekil 4.21	İş parçası ve skalanın diferansiyel genleşmesi	99
Şekil 4.22	Genleşme serbestili yerleştirme.....	100
Şekil 4.23	Orjinin sıcaklığa bağlı ötelenmesi	102
Şekil 4.24	Ölçme hatası ve telafi	102
Şekil 4.25	Aktif olmayan ped	105
Şekil 4.26	Kontrol şeması.....	111
Şekil 4.27	Makine yeterlilik indekslerinin normal dağılım eğrisi üzerinde gösterilişi.....	118
Şekil 5.1	Kalibrasyon küresine beş noktadan temas.....	121
Şekil 5.2	Kalibrasyon küresine farklı yörlümlerden temas	121
Şekil 5.3	Prob tiplerinden örnekler	122
Şekil 5.4	Düzlem tanımlamak için alınan dört nokta	123
Şekil 5.5	İş parçası üzerinde doğru tanımlama	124

Şekil 5.6	İş parçası üzerinde nokta tanımlama	124
Şekil 5.7	Bilgisayarda düzlem tanımlama	125
Şekil 5.8	İş parçası üzerinde tarama yapmak suretiyle nokta koordinatları alma.....	125
Şekil 5.9	Dökümden gelen kalıbın kontrolü	126
Şekil 5.10	Döküm kalıpların NC frezelerde işlenmesi	127
Şekil 5.11	Bitmiş kalıbın ölçümü	127
Şekil 5.12	Dişi kalıp radyusunun büyütülmesi	129
Şekil 5.13	Büküm köşesine çıkıntı verilmesi	129
Şekil 5.14	Kalıbı traşlama bölgesi	129
Şekil 5.15	Rijit tutturma sistemi	130
Şekil 5.16	Ön göğüs sacı kalibrosu.....	131
Şekil 5.17	Kalibro ve referans küresi	132
Şekil 5.18	Hassas konumlama prensip şeması	133
Şekil 5.19	Destek modülü ve elemanları	134
Şekil 5.20	Modülün kolon üzerine oturtulması	135
Şekil 5.21	Slide çeşitleri	135
Şekil 5.22	Seviyeleme destekleri ve slide türlerindeki konumları.....	136
Şekil 5.23	Seviyeleme destekleri uzunluk kombinasyonları	136
Şekil 5.24	Kılavuz pimleri ve slide üzerindeki konumları	137
Şekil 5.25	Modül setleri.....	138
Şekil 5.26	Kenetleme modülü ve elemanları	139
Şekil 5.27	Destek ve kenet modüllerinin kolon üzerindeki görünümü	140
Şekil 5.28	Kolon ve elemanları	141
Şekil 5.29	Referanslama elemanı	142
Şekil 5.30	Kolonların referanslanması	143
Şekil 5.31	Kolonların istenilen koordinatlarda sabitlenmesi	144
Şekil 5.32	Sac parça ölçümü.....	145
Şekil 5.33	Dokunma şekilleri	145
Şekil 5.34	Ölçme doğrultusu	146
Şekil 5.35	Probun yüzeye dokunma doğrultuları	146
Şekil 5.36	Ölçme tasarımı yapılmış CAD modelinden bir görünüm.....	147
Şekil 5.37	Ön göğüs sacı için referanslama planı.....	149
Şekil 5.38	Referans sembolleri	150
Şekil 5.39	Ön göğüs sacının ölçüm nokta ve eksenleri	151
Şekil 5.40	Ön göğüs sacı ölçüm noktaları detay resmi.....	152
Şekil 5.41	X1 noktası için X-R kartı.....	154
Şekil 5.42	Z2 noktası için X-R kartı.....	155
Şekil 5.43	Y3 noktası için X-R kartı	156
Şekil 5.44	X4 noktası için X-R kartı.....	157
Şekil 5.45	Z5 noktası için X-R kartı.....	158
Şekil 5.46	Z6 noktası için X-R kartı.....	159
Şekil 5.47	Y7 noktası için X-R kartı.....	160
Şekil 5.48	Z8 noktası için X-R kartı.....	161
Şekil 5.49	X1 noktası için düzenlenmiş X kartı.....	162
Şekil 6.1	Proses yeterlilik analizi.....	165

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Geometrik karakteristik sembolleri	7
Çizelge 2.2	Sembollerin niteliği	8
Çizelge 2.3	Karakteristik büyüklüğü ve tolerans kuşağı	11
Çizelge 2.4	Karakteristik büyüklüğü ve tolerans kuşağı	13
Çizelge 2.5	Şekil 2.13 için maksimum ve minimum ölçü	17
Çizelge 2.6	Delik büyüklüğü ve toleransı	22
Çizelge 2.7	Parça karakteristik büyüklüğü ve paralellik toleransı	25
Çizelge 2.8	Delik büyüklüğü ve pozisyon toleransı	30
Çizelge 4.1	İmalatçıların ölçü çeşitliliği	68
Çizelge 4.2	Bir parça kaporta kısımları için kontrol fikstürü ölçü tekrarlanabilirliğine karşı CMM	72
Çizelge 4.3	Panel boyutu ile nominalden ortalama sapma	80
Çizelge 4.4	Kenetleme yaklaşımıyla ortalama ve çeşitlilik uygunluğu	80
Çizelge 4.5	Ölçme enstrümanının ortalama değerler üzerindeki etkisi: Feeler gages'e karşı CMM	81
Çizelge 4.6	Ölçme enstrümanının çeşitlilik üzerindeki etkisi: Mastar verisine karşı CMM	81
Çizelge 4.7	Doğal ölçü hatası ve minimum tolerans talepleri	84
Çizelge 4.8	Weckenmann vd.'nin fabrikada yapılmış ölçüm şartları	92
Çizelge 4.9	Referans sıcaklıklardan sapmanın sebep olduğu olası belirsizlik katkıları	92
Çizelge 4.10	Ölçme şartlarından çıkan değerler	107
Çizelge 4.11	Ölçülebilen özellikler için kontrol limitleri hesaplamaları	114
Çizelge 5.1	Ön göğüs sacı kalibrosunun referans kürelerinin koordinatları	132
Çizelge 5.2	Kolon boyutları	142
Çizelge 5.3	Ölçüm noktaları, koordinatları ve toleransları	151

ÖNSÖZ

Günümüz kalite anlayışının en önemli bölümü olan kontrol alanında yaptığım bu çalışmada bana desteklerini esirgemeyen danışmanlarım Sayın Prof. Mehmet Emin YURCİ ve Prof. Dr. Numan DURAKBAŞA'ya, tez çalışmamın uygulamalarını yaptığım TOFAŞ Pres Üretim Mühendisliği Şefi Sayın S. Erkan POLAT ve Dr. Ayduygu SEVİNÇ'e, FORM 2000 firması Genel Müdürü Sayın Dr. İsmail Mehmet YEYİNMEN'e, eğitimim boyunca bana her türlü yardımı sağlayan aileme teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

Ekonomik ve seri imalatın en önemli şartlarından biri imal edilen parçaların değiştirilebilirlik özelliğidir. Bu da imal edilen parçaların belirli tolerans limitleri dahilinde istenilen tamlıkta ve kalitede olmalarını gerektirmektedir. Talep edilen kalite ve tamlık, parçaların bilgisayar destekli hassas tezgahlar ile imal ve kontrol edilmesini gerektirmektedir.

Bu bağlamda yapılan çalışmada bilgisayar destekli koordinat ölçme makinesinin (CMM) yapısı, tipleri ve operasyon tarzları incelenmiştir. Sac parçaların ölçülmesi ve kontrol edilmesinde tamlığa önemli etkileri olan tutturma-konumlama sistemleri ve stratejileri incelenmiştir. CMM ile yapılan ölçümlerde koordinat ölçme belirsizliklerinin etkileri ve bunlara karşı alınabilecek önlemler incelenmiştir.

Otomobil kaportası ön göğüs sacı için ölçme hazırlık işlemleri tarif edilmiş, kalıp ve sac parçaların CMM tezgahında üç boyutlu koordinat ölçümleri yapılmış ve bu ölçüm sonuçları İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) yöntemleriyle analiz edilip değerlendirilmeleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: CMM, Sac Parça Tetkiki, Fikstür, GD&T



ABSTRACT

One of the most important necessities of economic and mass manufacturing is interchangeability of manufactured parts. This property makes the manufactured parts to be in the desired accuracy and quality within certain tolerance limits. To obtain the desired accuracy and quality, the parts have to be manufactured and controlled with computer aided precise machine tools.

In this point of view, this study aims to investigate the computer aided coordinate measuring machine (CMM), its structure, types and operation styles. Furthermore, clamping-fixturing systems, which have important effects on measuring and controlling of the sheet metals have been studied. In measurements that have been done with CMM, coordinate measurement uncertainty effects and precautions that were taken against have been studied.

Measurement preparation operations for automobile body floor pan measurement have been described, the three dimensional coordinate measurements for die and sheet parts with CMM have been done and these measurement results have been analyzed and evaluated with statistical process control (SPC).

Keywords: CMM, Sheet Metal Inspection, Fixturing, GD&T



1. GİRİŞ

Modern, ekonomik ve seri imalatın en önemli şartlarından biri parçaların değiştirilebilirlik özelliğine sahip olmasıdır. Bu özelliğe sahip imalat tarzında imal edilen parçaların ve gruplarının birbirlerinden bağımsız olarak imal edilmeleri ve daha sonra ilave işlemler yapılmaksızın birbirlerine ait olan parçalara monte edilmeleri sağlanmaktadır. Bu imalat tarzının problemsiz olarak gerçekleştirilmesi ise ancak imalat ve imalat parçaları için belirli düzenlemeler ve şartların tesbit edilmesiyle mümkün olacaktır. Bu şartların, imal edilen alet veya makinaların fonksiyonlarını tam olarak yapmaları bakımından, yerine getirilmelerinin izlenmeleri ve kontrolü, ölçme tekniği veya imalat ölçme tekniği cihazları, yöntemleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Böylelikle değiştirilebilirlik ve ölçme tekniği arasında sıkı bir karşılıklı ilişki ve birbirlerine bağımlılık mevcuttur.

Ölçme tekniği açısından, imalat parçalarının en azından belli bir dereceye kadar gerçek biçimlerinin tesbit edilebilmesi için sapmalar;

- Boyut sapmaları
- Yüzey pürüzlülüğü
- Şekil sapmaları ve konum sapmaları

olarak sınıflandırılmaktadır.

Geometrik sapmalar bütün olarak imal edilen parçanın tamlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

İmal edilen parçaların geometrik kalitesinin,

- Ekonomik imalat
- Malzeme
- Değiştirilebilirlik

yönleri ile tasarımsal olarak tesbit edilebilmesi için uygun düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Böylece imal edilen parçaların sapmalarının sınıflandırmasına göre gerekli toleranslar tasarım aşamasında verilmelidir. (Durakbaşı, 2001)

Günümüzde kalıp imalatında CAD-CAM-NC bütünleşmesi kullanılmakta ve bunun sayesinde imal edilen parçaların matematik modeli üzerinde çalışılmaktadır. Matematik model, içerisinde parçanın geometrik bilgisini bulunduran bir veri tabanıdır.

Parça tel kafes, yüzey veya katı model olarak modellenmiş olabilir. Böylelikle parça geometrisi nümerik ortamda tanımlanmış olmaktadır. Nümerik kontrollü tezgah takımı matematik modeli izleyerek parçayı işlemektedir.

Bu şekilde işlenmiş bir parçanın kalite kontrolünü yine matematik modelini kullanarak yapmak için nümerik kontrollü ölçme tezgahları CMM (Coordinate Measuring Machine) geliştirilmiştir. Bu tezgahların çalışma prensibi NC frezelerle aynıdır. Aradaki tek fark burada parçaya sadece dokunulduğundan, çalışma kuvvetleri oldukça düşük olmaktadır. (Sevinç, 1998b)

Yakın zamana kadar yalnızca ölçme laboratuvarlarında sınırlı olarak kullanılan koordinat ölçme cihazları, modern imalatın gereksinimleri doğrultusunda, doğrudan imalata entegre edilmek suretiyle modern imalat sistemlerinin denetim devrelerinde tamamlayıcı bir rol oynamaktadır. (Durakbaşı, 2001)

Geleneksel imalat yöntemlerinde parça ölçmede kullanılan tutturma sistemleri rijit tutturma sistemleridir ve parçaya özeldir . İmalatın diğer bir parçası için kullanılamazdır. Ayrıca bu sistemlerle beraber NC tezgahlarının kullanılması, bu tezgahların kapasitelerinin yeterince değerlendirilememesi sonucunu doğuracaktır. Fabrika ortamına NC sistemlerinin girmesi, beraberinde imalata esneklik getirmiştir. CMM üzerinde kolonlar yardımıyla düzenlenen esnek fikstürler ölçme işleminde maliyeti azaltma, sürat gibi önemli katkılar sağlamıştır.

Yapılan bu çalışmada ölçme işlemlerinin yapıldığı CMM tezgahı ve elemanları, sac parçayı CMM tezgahı üzerinde konumlamak için kullanılan tutturma elemanları ve stratejileri incelenmiştir. Kalıpta imal edilen bir sac parçanın CAD verisindeki nominal değeri baz alınarak CMM de ölçme işlemi yapılmış ve buradan alınan veriler yardımıyla İPK çalışması yapılmıştır.

2. TANIMLAR

2.1- Değiştirilebilirlik

Elektrik ampulünün servis ömrü bittiğinde tek yapılacak Şey yenisini almak ve değiştirmektir. Bu basit işlem, aliştırmaya veya teknisyene gerek duyulmayan, iki ana kavram olmadan mümkün olmazdı. Bu kavramlar değiştirilebilirlik ve standardizasyondur. Değiştirilebilirliğin manası, özdeş parçaların değiştirilebilir olması zorunluluğudur. Örneğin; montaj boyunca veya sonradan gelen bakım çalışmasında, herhangi bir aliştırma ihtiyacı duymadan parçaların birbirlerinin yerine kullanılabilirliği gibi.

Kolayca farkedilebileceği gibi değiştirilebilirlik, müsaade edilen toleransın saptanmasıyla elde edilmiştir ve parçanın nominal boyutundan ileri bir sapmanın ötesi yasaktır. Diğer taraftan, standardizasyon, farklılığı ve belli standart boyut oranı için toplam çeşitlilik sayısı sınırlamasını içermektedir. Bu teller ve saclar için ölçü sistemiyle anlatılır. 0.001 in. lik adımlarla çok geniş sayıdaki kalınlıklardan sac imal etmek yerine, kalınlık sayısı 45 ile sınırlandırılmıştır.(U.S. standartlarında)

Standardizasyon uzun vadeli ekonomik etkilere sahiptir ve aynı zamanda değiştirilebilirliği de desteklemektedir. Mühendislik standartlarının farklı ülkeler için farklılıklar gösterdiği, teknoloji kalitesine ve endüstriyel imalatın her durumuna etki ettiği açıktır. Alman standartları DIN'e göre yapılmış ve dünya çapında popülarite bulmuştur. Sovyetler Birliği endüstrileşme periyoduna uygun olan GOST'a adapte olmuştur. (El.Wakil, 1996)

2.2- Tolerans

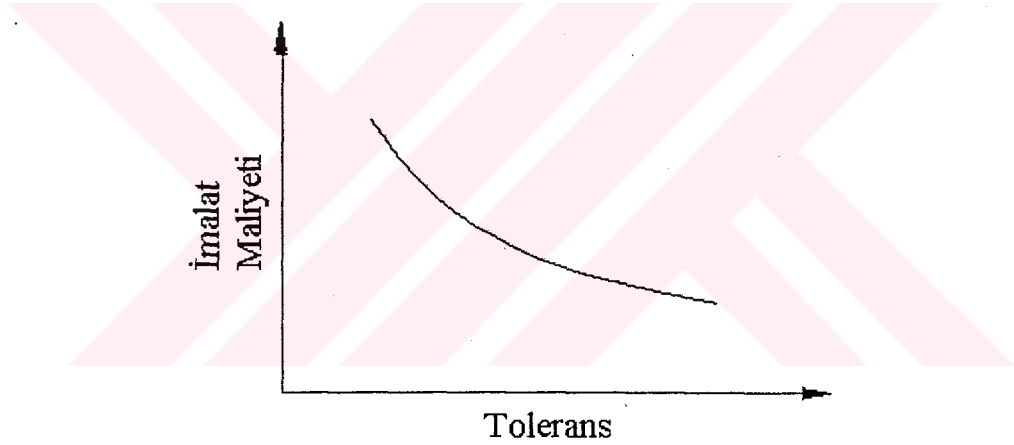
İmalat biliminin çok önemli bir gerçeğide şudur ki, iş parçasını işlerken istenilen nominal boyutu elde etmek neredeyse imkansızdır.

Bu aslında makina ve takımın doğasında olan, gerçi çok cüzi olmakla beraber, elastik deformasyon, iş parçası ve/veya fikstür telafisi, işlem boyunca ısı etkisi, bazen operatör kabiliyeti gibi çeşitli karmaşık faktörlerden dolayı olabilen kaçınılmaz hatalardan dolayıdır. Çünkü bu faktörlerin etkilerini analiz etmek ve tamamıyla bertaraf etmek çok zordur. Kabul edilebilir bir hata veya kabul edilebilir bir sapma, imal edilen parçanın kendine ait fonksiyonuna zarar verecek şekilde etki etmeden, nominal boyuttan kabul edilebilir bir sapma belirlemek daha fizibildir.

ISO sistemine göre, nominal boyut parçanın temel büyüklüğünü (basic size) göstermektedir. Temel büyüklükten her iki tarafa sapmaların (pozitif veya negatif) yüksek ve düşük limitleri belirlemekte, sırasıyla bu iki limit arasındaki farklılık tolerans diye adlandırılmaktadır. Daha sonra işaretli mutlak değer sapmaların mutlak değeri eklenerek elde edilebilmektedir.

Umulacağı gibi, toleransın büyüklüğü temel büyüklüğe ölçü olarak adlandırılan belirlenmiş alfa nümerik sembollere bağlıdır. ISO sisteminde 18 tolerans dercesi standardı vardır ve toleranslar ISO tarafından basılmış formüller veya tablolardan elde edilebilmektedir. Şu açıktır ki küçük toleranslar parça imalatında yüksek hassasiyetli makina takımları kullanmayı gerektirmekte ve bundan dolayı da imalat maliyetini arttırmaktadır.

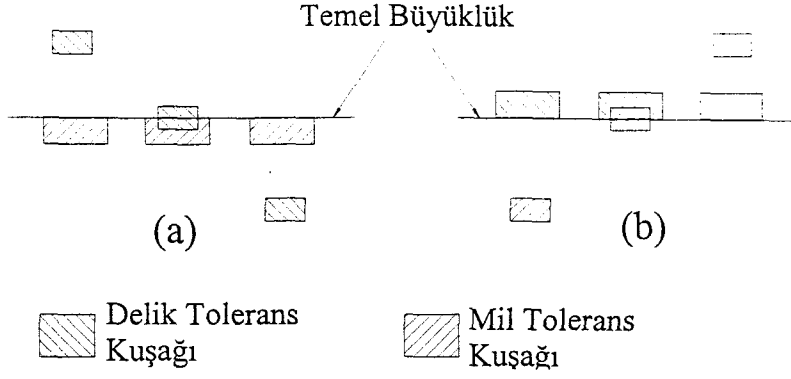
Şekil 2.1 tolerans ve imalat maliyeti arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Görülebildiği gibi, çok küçük toleranslar çok yüksek imalat maliyetleri gerektirmektedir. Bundan dolayı, küçük toleranslar parça tasarlanırken şayet bu tasarımda kesin bir amaca hizmet etmiyorsa atanmamalıdır. (Wakil, 1996)



Şekil 2.1 İmalat maliyeti ve tolerans arasındaki ilişki (ElWakil, 1996)

2.3- Geçmeler

İki parça birbirine monte edilmeden önce, eşlenen yüzeylerin boyutları arasındaki ilişki belirlenmek zorundadır. Diğer bir deyişle, sıfır hattı bölgesi ile ilgili olan sapmalar her bir eşlenen yüzey için saptanmalıdır. Şekil 2.2a da görülebileceği gibi, bu gerçekte eşlenen yüzeyler arasında sıklık derecesini veya göreceli hareketler için serbestliği belirtmektedir.



Şekil 2.2 ISO ya göre iki geçme sistemi a) Mil esaslı sistem b) Delik esaslı sistem (ElWakil,1996)

Şekil 2.2a aynı zamanda 3 tip geçme olduğunu göstermektedir. Boşluklu geçme (clearance fit), boşluksuz geçme (transition fit) ve sıkı geçme (interference fit). Boşluklu geçmenin bütün durumlarında, milin üst limiti her zaman eşlenen delik yüzeyinin alt limitinden daha ufaktır. Bu, milin alt limiti her zaman deliğin üst limitinden geniş olduğu sıkı geçmedeki durum değildir. Boşluksuz geçme adından da anlaşılacağı gibi, ara safha geçmedir. ISO'ya göre, içeri alınan parça daima mil olarak gösterilmekte, buna dayanarak çevreleyen parça delik olarak gösterilmektedir.

Şekil 2.2 a ve b den de açıktır ki, çeşitli geçme tiplerini saptamanın ve tarifinin iki yolu vardır; Mil ve Delik bazlı sistemler.

Tolerans kuşağı bölgesi sıfır hattına göre harfler ile belirtilmiştir. Her zaman delikler için büyük harf ve miller için küçük harf şeklinde, tolerans dereceleri de buna bağlı olarak daha önce açıklandığı gibi sayılarla belirtilmiştir.

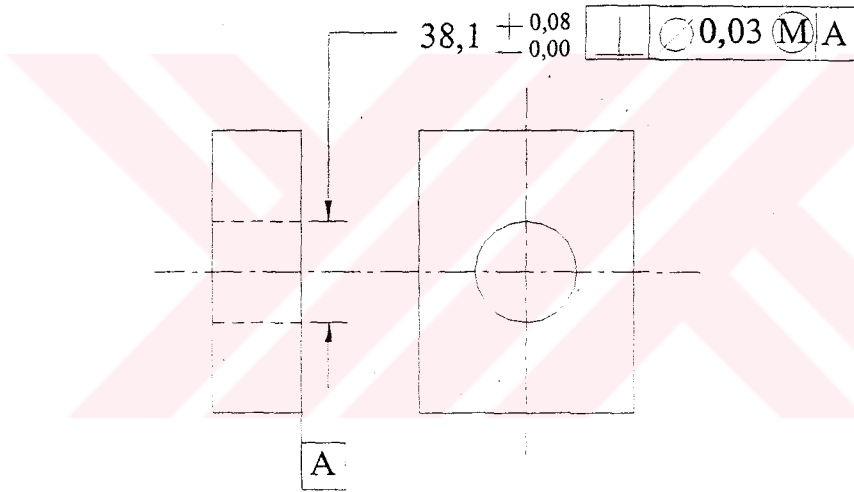
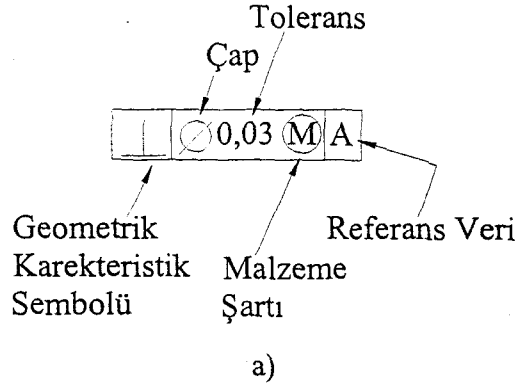
Buna göre geçme toleransı tayini $H7/h6$, $F6/g5$ veya diğer benzer formlarda olabilmektedir.

2.4- Geometrik Kontrol ve Boyutlandırma

Geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma, çizim ve tasarım talepleri vasıtasıyla parçaların fonksiyonel ilişkileriyle ilgili bir metod sunmaktadır. Bu, mühendislik, tasarım, kalite kontrol ve imalatı, montaj ile ilgili parçalar gibi parçanın fonksiyonel talepleri ile buluşması için nelerin gerekli olduğunu izah etmeye ve anlamaya izin veren bir metottür.

Özünde bu, çizime tatbik edilen fonksiyonel taleplerle iletişim kuran bir lisandır. Maksadı çizim üzerinde bulunması gereken notları dikkat çekici bir şekilde azaltmaktır.

Bu sistemle soru her zaman “Nasıl Çalışır?”dır. Sistem değiştirilebilirlik kavramını arttırmaktadır. Yukarıda bahsedilenleri başarabilmek için, semboller karakteristik kontrol sembolleri ile beraber kullanılmaktadır.



Şekil 2.3 Karakteristik kontrol sembollerinin örnek ile gösterimi (Pollack, 1988)

Şekil 2.3a Karakteristik Kontrol Sembolleri (KKS) Şekil 2.3b, 38.1mm delik çapı $\varnothing 0.03$ mm içerisinde deliğin maksimum malzeme şartında referans yüzeyi -A- 'ya dik olmalıdır. KKS de diğer semboller de vardır. Çizelge 2.1 geometrik karakteristikleri belirleyen sembolleri göstermektedir.

Çizelge 2.1 Geometrik karakteristik sembolleri (Pollack, 1988)

Unsur	Tolerans Tipi	Karakteristik	Sembol
Bireysel Unsur	Form (Sekil)	Doğrusallık	
		Düzlemsellik	
		Yuvarlaklık	
		Silindiriklik	
Bireysel veya İliskili Unsur	Profil (Kesit)	Çizgi Profili	
		Yüzey Profili	
	Oryantasyon	Açısallık	
		Diklik	
Paralellik			
Yerleşme		Konum	
	Salgi	Eksenlilik	
		Dairesel Salgi	
		Toplam Salgi	

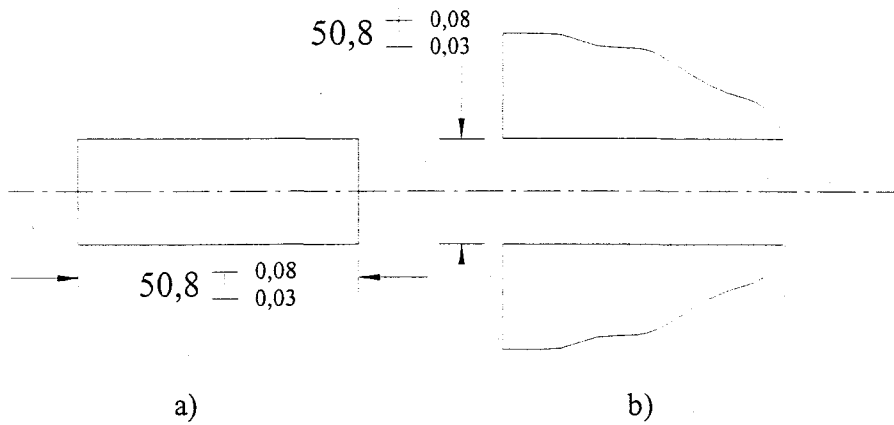
Çizelge 2.2 Sembollerin niteliği (Pollack, 1988)

Terim	Sembol
Maksimum Malzeme Şartı MMC	M
Malzeme Büyüklüğüne Bakmadan RFS	S
Minimum Malzeme Şart LMC	L
İzdüşürülen Tolerans Kuşağı	P
Çap	Ø
Küresel Çap	SØ
Yarıçap	R
Küresel Yarıçap	SR
Referans	()
Yay Uzunluğu	⌒
Eksen Unsuru	-A-
Eksen Hedefi	⊕

Maksimum Malzeme Şartı MMC M, maksimum malzeme miktarının izin verdiği şarttır. Bu nedenle Şekil 2.4a, mil için MMC M 50.88mm dir.

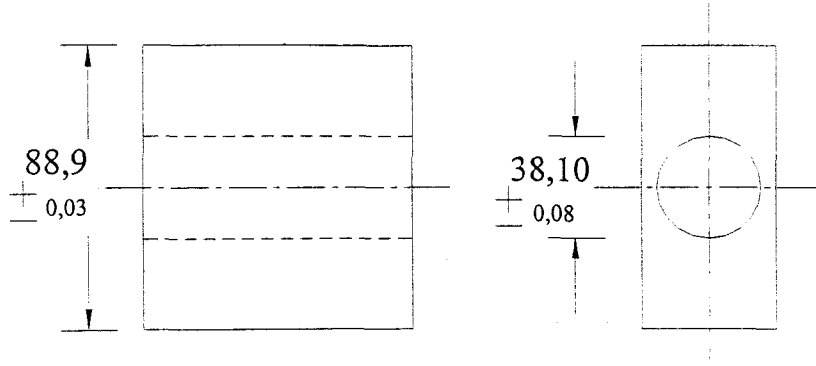
Mimumum Malzeme Şartı LMC L, minimum malzeme miktarının izin verdiği şarttır. Mil için LMC 50.77mm dir. Delik için tersi doğrudur. En küçük delik en çok malzeme, en geniş delik en az malzemedir.

Bu nedenle, Şekil 2.4b'de MMC boyutu 50.77 ve LMC boyutu 50.88 dir.



Şekil 2.4 Maksimum ve minimum malzeme şartının gösterimi (Pollack, 1988)

Şekil 2.5 de görülen MMC boyutları;



Şekil 2.5 Maksimum ve minimum malzeme şartının gösterimi (Pollack, 1988)

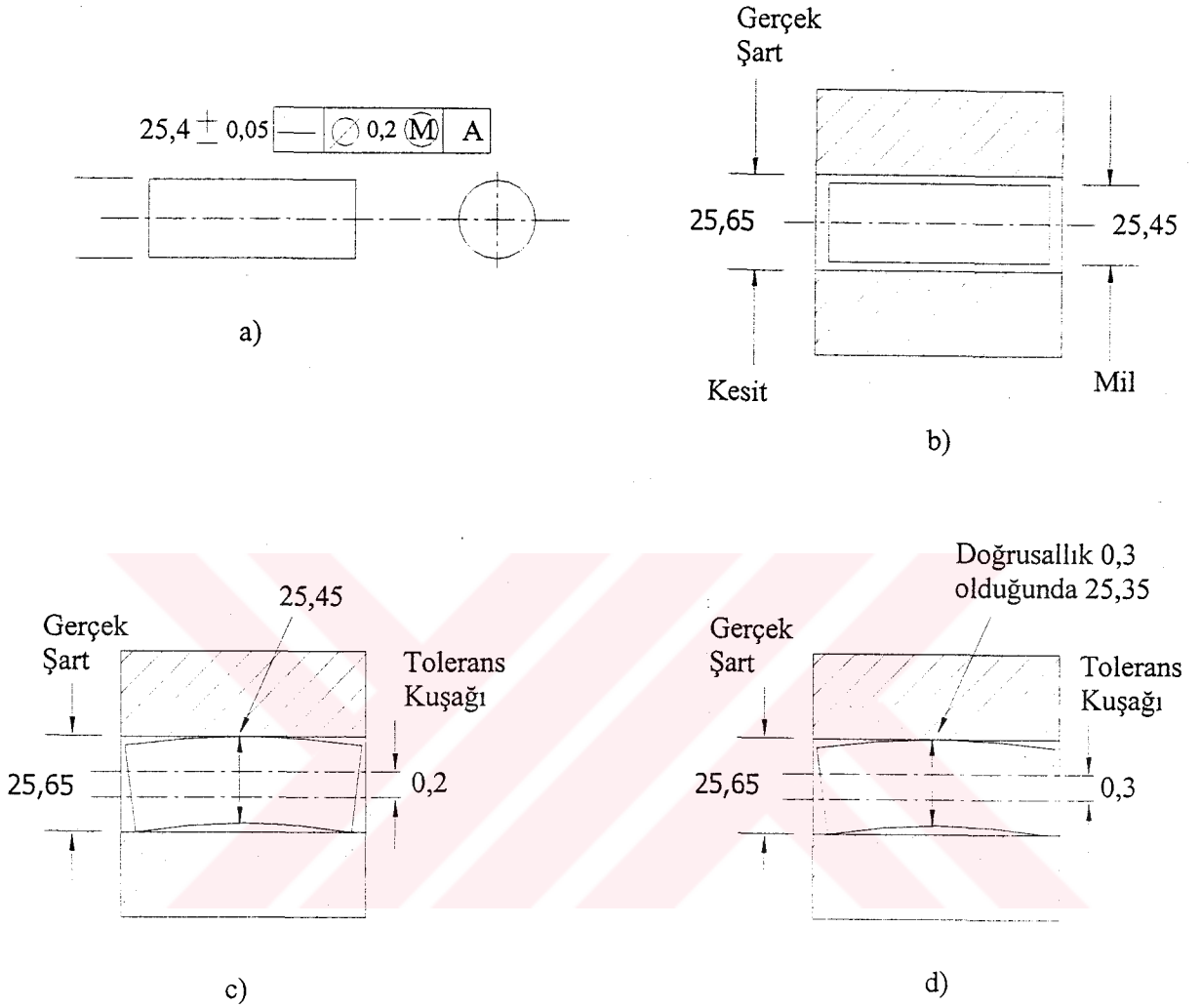
MMC: Dış boyut = 88.95mm

Delik = 38.02mm

LMC: Dış boyut = 88.85mm

Delik = 38.18mm

Şekil 2.6a, 25.4mm çapındaki milin maksimum malzeme şartında 0.2mm lik doğrusallık değişebilirliğini göstermektedir.



Şekil 2.6 Doğrusallık değişiminin gösterimi (Pollack, 1988)

Milin geçeceği karşı parçanın tasarımı şöyle yapılmaktadır;

Maksimum malzeme şartı altında mil

$$25,4 + 0,05 = 25,45\text{mm} \quad (\text{Mükemmel doğrusallık, Şekil 2.4b})$$

Mil $25,45\text{mm}$ olduğunda çap (Milin içine girdiği yatak çapı)

$$25,45 \text{ (MMC)} + 0,2 \text{ (Doğrusallık toleransı)} = 25,65\text{mm}$$

Mil maksimum 0.2mm olabilir. Eksenel kayma miktarı (gerçek şartlar) Şekil 2.6c'de mümkündür 25.65mm.

İzin verilen maksimum mil çapı 25.45mm fakat doğrusallık 0.2mm değişebilir. Bu sebepten gerçek şartlar 25.65mm'ye izin vermektedir.

Çizelge 2.3 Karakteristik büyüklüğü ve tolerans kuşağı (Pollack, 1988)

Karakteristiğin Büyüklüğü Ø (mm)	Tolerans Kuşağı Ø (mm)
25.45 MMC	0.20
25.43	0.23
25.40	0.25
25.37	0.28
25.35 LMC	0.30

Şayet mil minimum malzeme şartı altında ise (LMC), doğrusallık toleransı 0.3mm'ye kadar artabilmektedir. İki parça hala beraber çalışmak zorundadırlar. Çizelge 2.3 bu durumun analizini göstermektedir.

Maksimum malzeme şartı altında, M, silindirik parça 25.45mm ve doğrusallık izni 0.2mm dir.. Eğer mil büyüklüğü MMC den 0.03mm küçük olursa, veya 25.43mm, doğrusallık toleransı 0.20mm den 0.23mm'ye artabilir. Bu mil hala 25.65mm çaplı deliğe girecektir çünkü gerçekte;

$$25.43 \text{ (mil)} + 0.23 \text{ (doğrusallık)} = 25.65 \text{ (gerçek)}$$

şeklindedir.

Analiz devam ederse, milin minimum malzeme şartı olması durumunda, L, 0.3 kadar doğrusallık değişimi olabilmekte ve hala delikle montaj yapılabilmektedir. Bu sebepten,

$$25.35 \text{ (mil)} + 0.3 \text{ (doğrusallık)} = 25.65 \text{ (gerçek)}$$

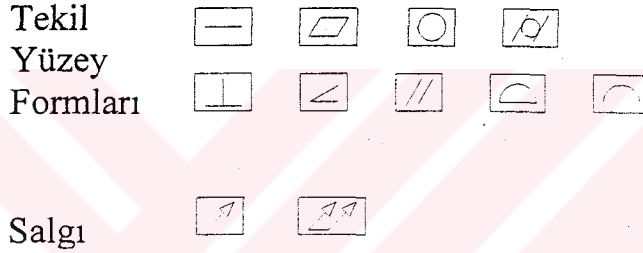
durumu sözkonusudur.

Özetle, Şekil 2.6a daki mil maksimum 25.45mm çapa ve 0.2mm doğrusallığa sahip olabilmektedir. Mil maksimum malzeme şartında olduğu zaman 0.2mm lik toleransı geçmemelidir. Bu da deliğin milin çapını 25.65mm kabul etmesidir. Mil çapının daha da küçülmesi ile delik daha büyük doğrusallık toleransını kabul edecektir.

Mil çapı ± 0.05 mm tolerans sınırları içinde kilitlenmiştir, böylelikle mil büyüklüğü 25.35mm olduğunda doğrusallık müsadesi 0.3mm olabilmektedir. Şekil 2.6d, mil hala kendi eş parçası içinde fonksiyon halindedir. (Pollack, 1988)

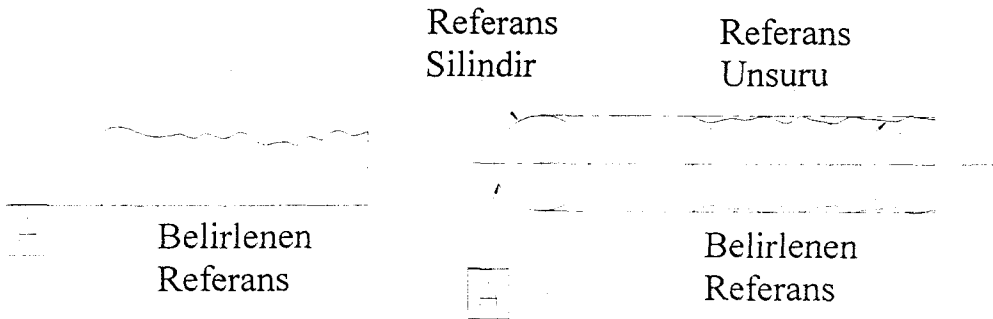
2.4.1 Şekil Toleransı

Referans kavramı bu noktada tanımlanma ihtiyacı gerektirmektedir.



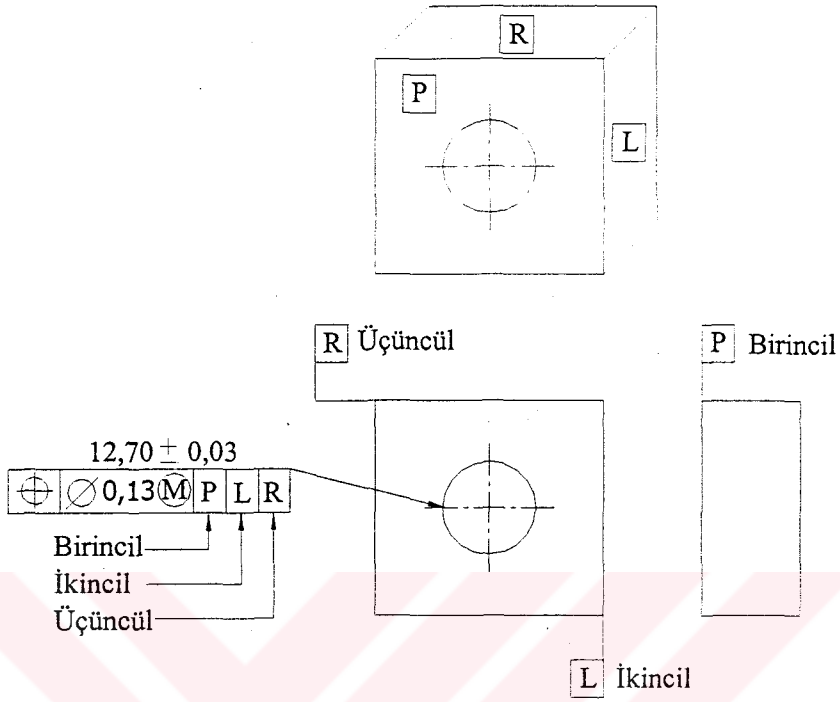
Şekil 2.7 Tekil yüzey formları ve salgı sembolleri (Pollack, 1988)

Referans şeklin (silindir, koni, vs) teorik olarak kesin kabul edilen noktası, çizgisi, düzlemi veya eksenini olabilir. Bu, parçanın diğer unsurları veya montajı için referans olarak kullanılmaktadır. Bir referans unsuru, gerçek parça yüzeyi şeklindedir. (Şekil 2.8)



Şekil 2.8 Referans unsuru gösterimi (Pollack, 1988)

Şekil 2.9 üç referansla karakteristik kontrol çerçevesini göstermektedir. Not olarak, birincil referans harfi ilk kutudadır bunu ikincil ve üçüncül takip etmektedir.



Şekil 2.9 Referans yüzeyleri (Pollack, 1988)

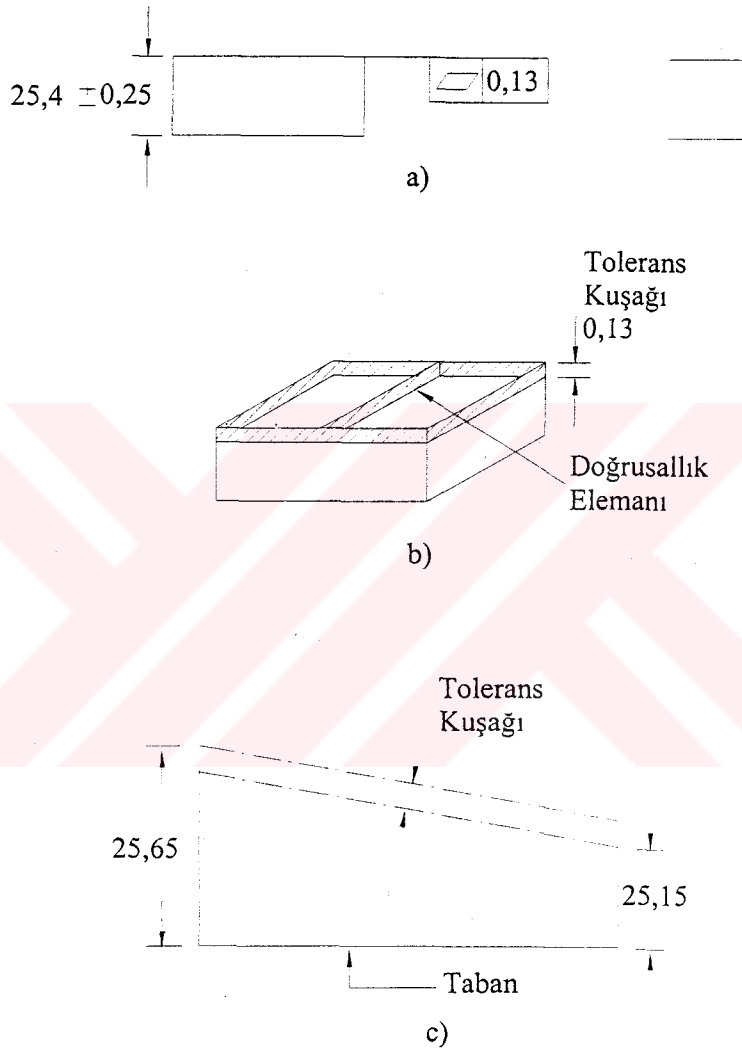
Düzlemsellik tolerans kuşağının bütün yüzeyine uygulanmaktadır.

Çizelge 2.4 Karakteristik büyüklüğü ve tolerans kuşağı (Pollack, 1988)

Karakteristik Büyüklüğü \varnothing (mm)	Tolerans Kuşağı \varnothing (mm)
25.53	0.05
25.50	0.08
25.48	0.10
25.45	0.13
25.43	0.15
25.40	0.18
25.37	0.20
25.35	0.23
25.32	0.25
25.30	0.28
25.27	0.30

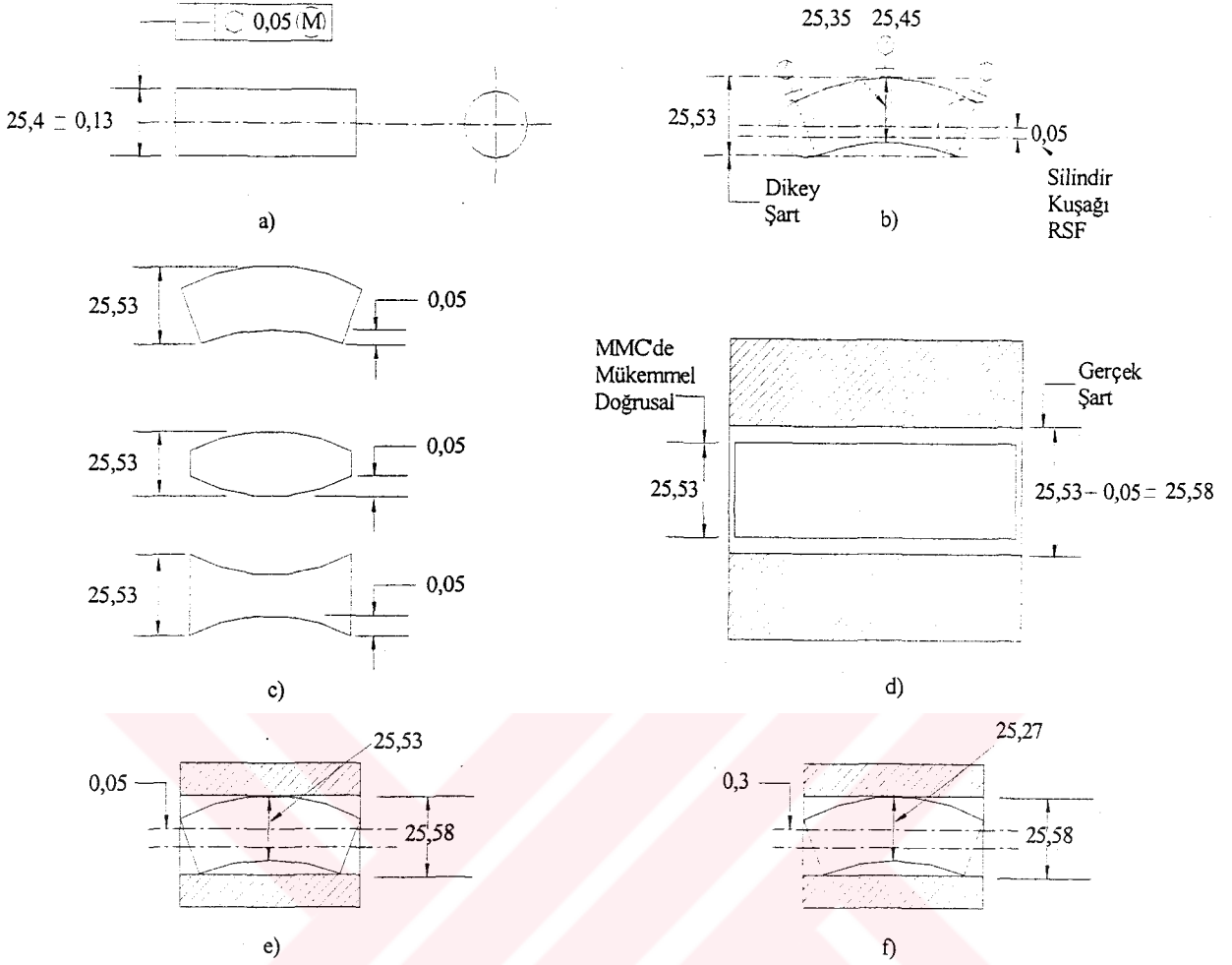
Şekil 2.10a bloğun bütün üst yüzeyinin düz olmak zorunda olduğunu veya, gerçi düzlemin kendisinin parça tabanıyla açılı olabilmesine rağmen, 0.13mm tolerans kuşağı arasında kalmak zorunda olduğunu göstermektedir.

Doğrusallık, Şekil 2.10b, MMC de sadece bir blok elemanına uygulanır. Silindirler veya koniler gözönüne alındığında eleman merkez çizgisi olabilir. (Şekil 2.11a)



Şekil 2.10 Düzlemsellik ve doğrusallık (Pollack, 1988)

Her bir eleman 0.05mm den daha fazla doğruluk dışında olmamak zorundadır. (Şekil 2.11b) İndikatör parçanın bir başından bir başına hareket eder. Daha sonra parça döndürülür ve tekrar kontrol edilir. Sonuç olarak, parçalar MMC de kontrol edilmiştir. Şayet M Şekil 2.11a'da ihmal edilirse Kontrol Karakteristik Büyüklüğüne aldırış etmeden yapılmak zorundadır, RFS, Şekil 2.11a. Silindir eksenini Maksimum Malzeme Şartında 0.05 silindirik tolerans kuşağı içinde doğrusal olmak zorundadır.



Şekil 2.11 Doğrusallık ve uygulamaları (Pollack, 1988)

Şekil 2.11c doğrusallığın 3 olasılığını göstermektedir. Not olarak hepsi MMC'de veya 25.53mm unsur büyüklüğü (1.005 in.) azalmasıyla doğrusallık tolerans kuşağı artabilmektedir.

Çizelge 2.4 te gösterilen karakteristik büyüklüğü ve tolerans kuşağı kombinasyonu ile, bu mil karşı eş parçası (mating) ile birleşecektir. Yani mil 25.53mm ise doğrusallık 0.05mm içinde olmak zorundadır. Mil çapı 25.40mm olursa doğrusallık 0.18mm olabilir. Şayet mil çapı 25.2mm ise doğrusallık 0.3mm veya daha az olmak zorundadır.

Mil MMC şartlarında ve mükemmel doğrusallıkta ve karşı eş parçası gerçek şartta ise (25.58mm) parçalar birlikte çalışacaklardır. (Şekil 2.11d)

Mil MMC (25.53mm) de Şekil 2.11e ve doğrusallık 0.05mm de iken, özet olarak;

$$25.53 + 0.05 = 25.58\text{mm}$$

parçalar montajlanır.

Mil 25.27mm LMC de olduğunda mil ve delik hala montajlanır. (Şekil 2.11f)
Doğrusallık toleransı 0.3mm olabilir yani,

$$\text{tol.} = 25.53 \text{ (MMC)} - 25.27 \text{ (LMC)} \\ = 0.25\text{mm}$$

$$\text{toplam tol.} = 0.25(\text{tol}) + 0.05 \text{ (doğrusallık)} \\ = 0.3\text{mm olur.}$$

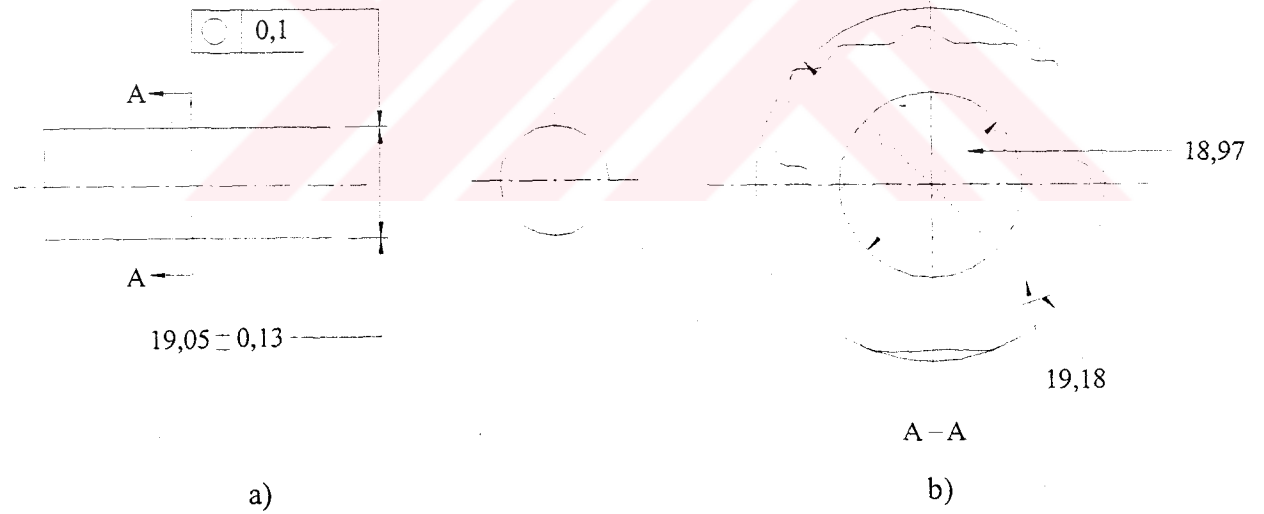
Yuvarlaklık

Yuvarlaklık dönel yüzeyler, ortak eksene dik düzlemler yüzeyindeki, bu eksene sabit mesafede olan bütün noktalar olarak tanımlanmaktadır.

Küre olması durumunda düzlem merkez boyunca geçer.

Tolerans, yuvarlaklık uygulandığında, yuvarlaklık düzleminde iki eşksenli çemberi tanımlar.

Şekil 2.12b, Şekil 2.12a için tolerans kuşağını göstermektedir.



Şekil 2.12 Yuvarlaklık ve uygulaması (Pollack, 1988)

Şayet en büyük çap MMC de ise en küçük çap :

$$19.18 - 2(0.1) = 18.97\text{mm olur.}$$

Tolerans kuşağı silindir eksenine dik olan A-A düzleminde yuvarlaklık toleransı kuşağı 0.1mm dir.

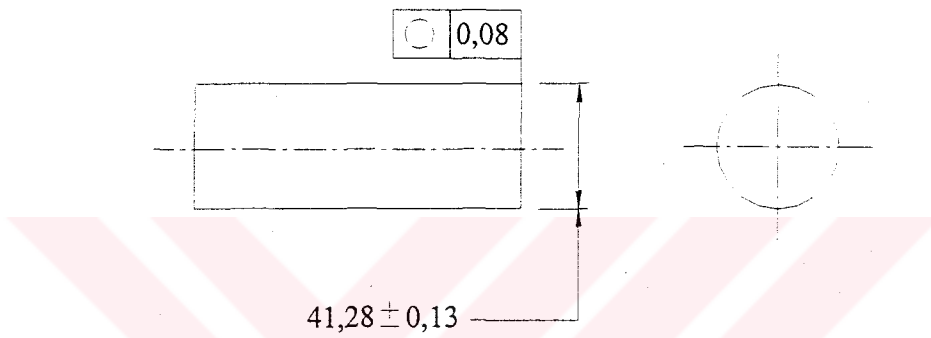
Şelik 2.13 göz önüne alınarak MMC de ölçümü 41.40mm kabul edildiğinde.

Yuvarlaklık tolerans kuşağı kalınlığı;

0.08mm dir.

Bu tolerans kuşağının en küçük çapı;

Özel kesitinde en küçük çap $MMC = 41.40 - 2(0.08) = 41.25mm$



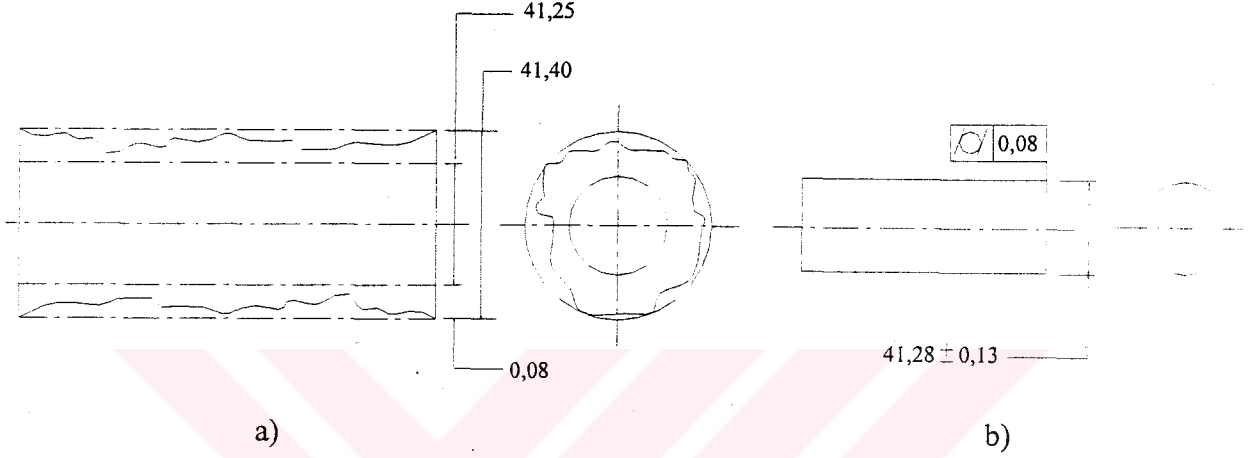
Şekil 2.13 Yuvarlaklık ve tolerans kuşağı (Pollack, 1988)

Çizelge 2.5 Şekil 2.13 için maksimum ve minimum ölçü (Pollack, 1988)

Max. Geniş Ölçü (mm)	Min. Küçük Ölçü (mm)
41.40	41.25
41.38	41.22
41.35	41.20
41.33	41.17
41.30	41.15
41.28	41.12 (uygun değildir)

Silindiriklik

Silindiriklik yüzeydeki ortak eksenenden eşit uzaklıkta olmak zorunda olan bütün noktalarla ilgilidir. Bu sebepten dolayı, Şekil 2.14a, tolerans kuşağı iki eş eksenli daire arasında bir tarafa 0.08mm kalmaktadır. Geniş silindirin çapı, küçük silindirin çapından 0.15mm daha geniştir. Silindiriklik yuvarlaklığı kontrol eder.



Şekil 2.14 Silindiriklik ve uygulaması (Pollack, 1988)

Şekil 2.12b'de MMC boyutu kullanıldığında

En küçük boyut;

Eğer geniş çap $41.40 - 2(0.08) = 41.25\text{mm}$ dir.

Bütün yüzey bu iki silindir arasında kalmak zorundadır. Şekil 2.14a

Bu silindirin bütün yüzeylerine uygulanır.

Geniş silindirin 41.20 in. olduğu farzedilirse, tolerans kuşağı;

Baz alınan boyut 41.28mm, 0.13mm şeklinde değişebilmektedir. Silindiriklik 0.08mm içinde değişebilmektedir. Bu yüzden, şayet en geniş ölçü 41.20mm ise tolerans kuşağı 0.03mm olmak zorundadır

Küçük ölçü;

$$41.20 - 2(0.03) = 41.15\text{mm}$$

Böylece, karakteristik kontrol sembolünde söylemesi ile silindiriklik 0,08 mm mertebesinde değişmektedir.

Tolerans kuşağının 0.05mm olduğu kabul edilirse küçük ölçü;
bu durumda tolerans kuşağı 0.05mm de değişseydi (silindiriklik 0.1 de) küçük ölçü

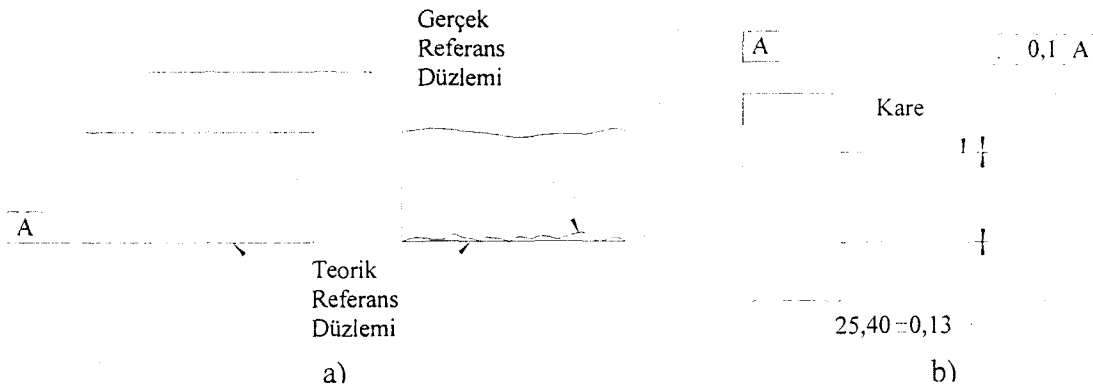
$$41.20 - 2(0.05) = 41.10 \text{ olacaktır.}$$

Gerçi silindiriklik yuvarlaklığı kapsar, silindiriklik ve yuvarlaklık aynı şeyler değildir. Terside doğru değildir. Yuvarlaklık bir bölgeden alınan ölçüleri belirtir. Silindiriklik yuvarlaklığı bütün yüzey üzerine uygulamaktadır. Bu sadece silindirik objelere uygulanır, silindirler ve koniler gibi. (Pollack, 1988)

2.4.2 Referanslar

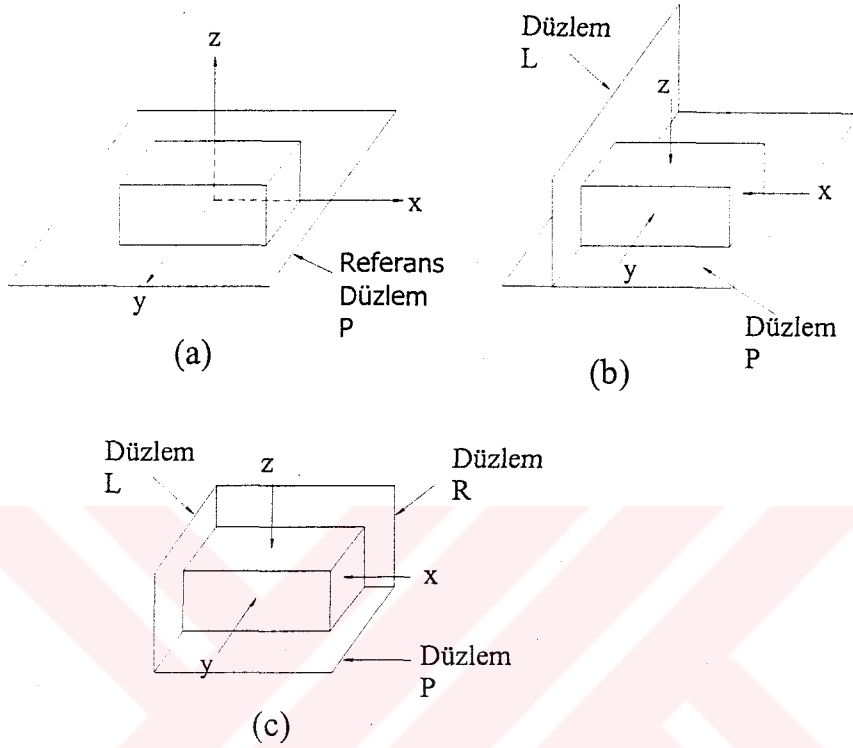
Şimdiye kadar referanslarla ilişkili olmayacak şekiller gözönüne alındı, bundan ziyade ideal unsurlar göz önüne alınmalıdır. Örnek olarak, diklik, tabanı bir objenin dik tarafı için referans olarak veya dik kenarı taban için referans olarak kullanılabilir. Referans; nokta, çizgi, eksen, düzlem olabilmekte, teorik olarak kesin kabul edilmekte ve referans unsuru olarak kullanılmaktadır. Referans yüzeyi, Şekil 2.15a'da gösterilen, birincil unsur referans yüzeyinde 3 yüksek nokta ile temas eden teorik düzlem olabilir. Şekil 2.15b referans tabanı -A- 'ya 0.1mm dik olmayı gerektiren referans göstermektedir. Şekil 2.9 üç referans yüzeyini göstermektedir. -P- birincil referans yüzeyi, -L- ikincil referans yüzeyi ve -R- de delik merkezine referanslanan üçüncül referans yüzeyi göstermektedir.

Bu üç referansı saptamak için, "üç serbestlik derecesi" kavramı gözönünde bulundurulmalıdır. Üç serbestlik derecesi usulü, üç referans düzlemi belirlenmesini doğurmaktadır. Bu üç referans düzlemi iş parçası fonksiyonuna göre saptanabilir. Bunlar teorik olarak birbirlerine 90° mükemmel düzlemlerdir. Bunlar geleneksel x, y, z eksenleriyle ilişkilidir.



Şekil 2.15 Referanslar (Pollack, 1988)

Genellikle X eksenini parçanın fonksiyonel olarak en önemli unsuru olarak saptanmaktadır. Stabilite için, düzlem en az üç temas noktası üzerinde ayakta tutulmaktadır. Şekil 2.14a'da iş parçasının P düzlemi üzerinde durduğu gösterilmektedir.



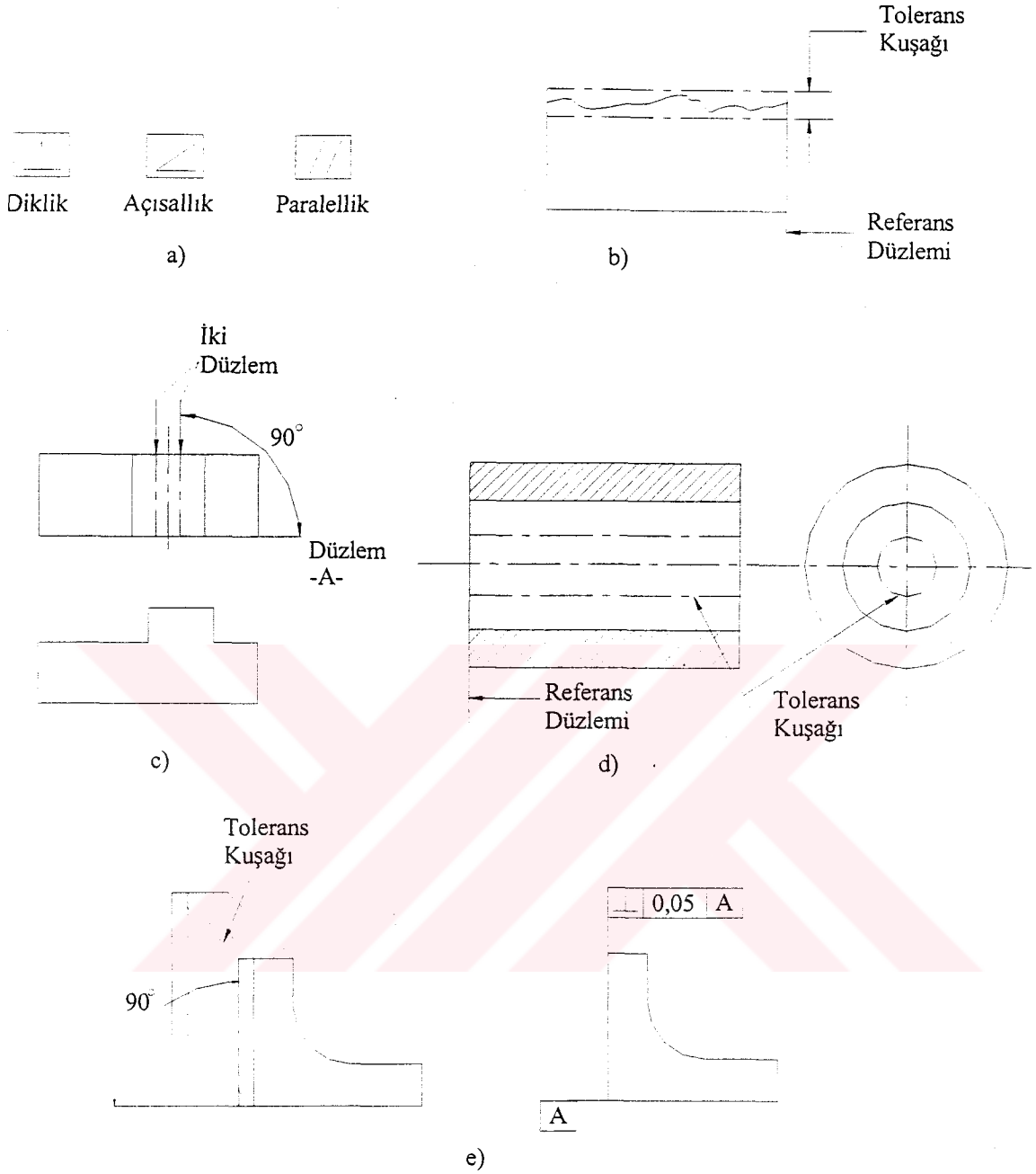
Şekil 2.16 Referans düzlemler (Pollack, 1988)

Stabilite için en az üç temas noktası gereklidir. Bu düzlem birincil referans yüzeyidir. Bu parçayı Z eksenini boyunca sınırlamaktadır. Şekil 2.16b'de teorik dikey düzlem L, X eksenini boyunca hareketi sınırlamaktadır.

Bu hareketi sınırlamak için iki temas noktası gerekmektedir. Şekil 2.16c'de Y eksenini boyunca hareket, R düzlemiyle stabilize edilmektedir. İş parçasını stabilize etmek için tek noktaya ihtiyaç vardır.

Diklik

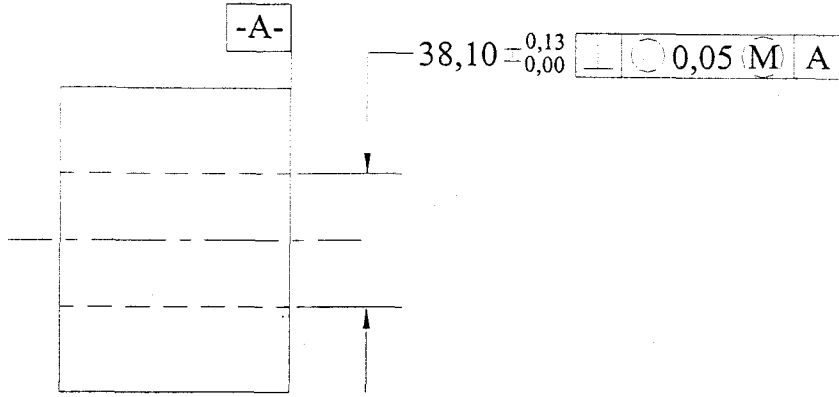
Form toleransı Şekil 2.17a, düzleme referanslanan tek yüzeyle ilişkilidir. Bu sebeple, Şekil 2.17b de tolerans kuşağı referans düzlemine dik iki paralel düzlemle meydana getirilmiştir. Orta düzlem, tolerans kuşağını meydana getiren iki düzlemin merkezi olabilir. Bu tolerans kuşağı bir referans düzleme diktir. (Şekil 2.17c).



Şekil 2.17 Diklik ve uygulamaları (Pollack, 1988)

Şekil 2.17d silindir yüzüne dik olan silindirik tolerans kuşağını göstermektedir. Şekil 2.17e'de karakteristik kontrol sembolü $\perp 0.05 A$, A referans tabanına 0.05mm tolerans kuşağı genişliği içinde dikliği göstermektedir.

Şekil 2.18’da verilen şekil toleransın diklik üzerindeki etkisini, mutlak diklikten sapmaları göstermektedir.



Şekil 2.18 Şekil toleransının diklik üzerindeki etkisi (Pollack, 1988)

Karakteristik kontrol sembolleri deliğin, referans yüzü -A-’ya MMC de 0.05mm tolerans kuşağı içinde dik olmak zorunda olduğunu göstermektedir.

Delik MMC de olduğu zaman, boyut 38.10mm dir. İlave olarak, delik için Maksimum Malzeme Şartı izin verilen en küçük delik boyutudur. Çizelge 2.6 da gösterilen analiz aynı zamanda deliğin gerçek büyüklüğünün değiştiği her durumda diklik toleransında değişmesine izin verdiğini göstermektedir. Çizelge 2.6 daki gerçek delik boyutu ve diklik arasındaki bütün farklılık 0.05mm dir. Böylece delik LMC de 38.23mm olduğunda en geniş delik büyüklüğüne izin verilmektedir, diklik 0.18mm dir. Bu 0.05mm’ yi aşmakta fakat karşı eş parçayla fonksiyonel montaja etki etmemektedir.

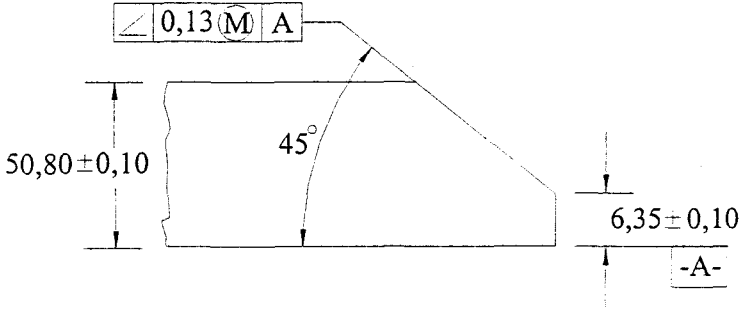
Çizelge 2.6 Delik büyüklüğü ve toleransı (Pollack, 1988)

Gerçek Delik Büyüklüğü Çapı (mm)	Diklik Çapındaki Tolerans (mm)
38.10 MMC	0.05
38.13	0.08
38.15	0.10
38.18	0.13
38.20	0.15
38.23 LMC	0.18

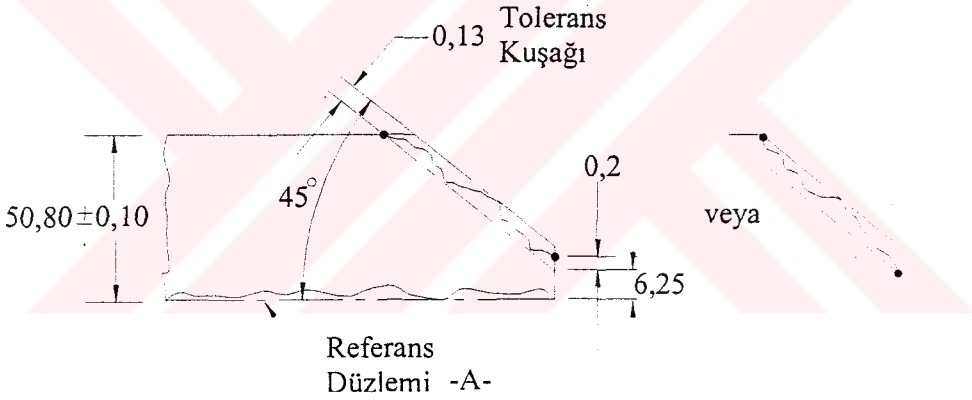
Açısallık

Şekil 2.19a'da açı boyut MMC şartında olduğunda 0.13mm tolerans kuşağı içinde olabilmektedir. 6.35mm boyutu en fazla 0.2mm değişebilmektedir.

Açı değişebilmekte fakat Şekil 2.19.b'de gösterildiği gibi tolerans kuşağı dışına düşmesine izin verilmemektedir.



a)

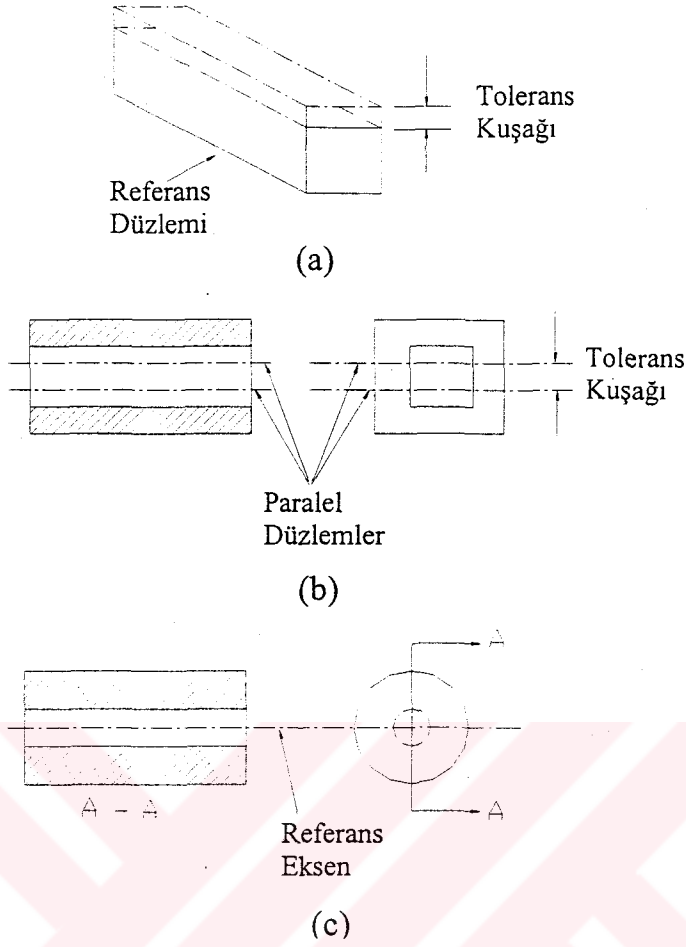


Şekil 2.19 Açısallık ve tolerans kuşağı (Pollack, 1988)

Paralellik

Paralellik yüzeye veya eksene uygulanmaktadır. Her iki durumdada bütün noktalar referans düzlemden veya eksenden eşit uzaklıkta olmak zorundadır.

Düz yüzeyleri için tolerans kuşağı 2 düzlem tarafından sınırlandırılmıştır. Bu düzlemler referans düzleme paraleldirler. (Şekil 2.20a) Tolerans kuşağı düzlemleri, delik merkezinin paralelliğini düz yüzeye göre referans olarak tanımlayabilmektedir. Şekil 2.20b ve c'de sırasıyla düzlem ve silindirik yüzeyde paralel düzlemler tolerans kuşağını göstermektedir.



Şekil 2.20 Paralellik ve tolerans kuşağı (Pollack, 1988)

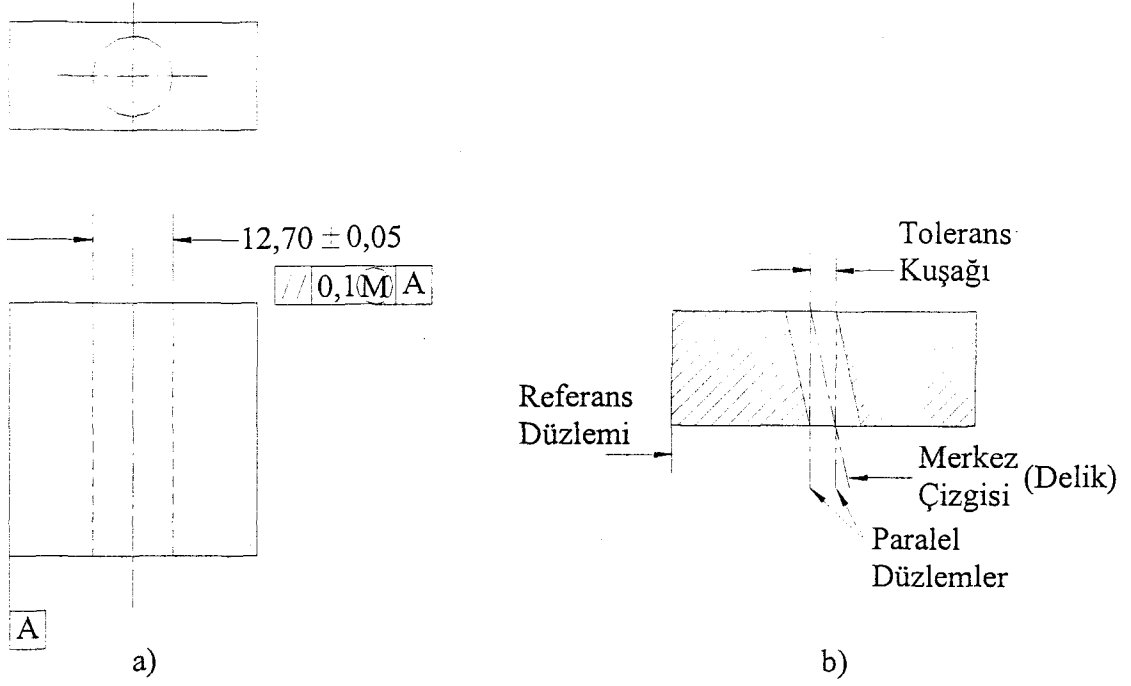
Şekil 2.21'da 12.70mm delikten izin verilen paralellik sapması hesabının yapılışı gösterilmektedir.

Hesaplanması;

Şekil 2.21a'daki delik MMC şartlarında 0.1mm genişlikte tolerans kuşağını yaratan iki paralel düzlem arasında kalmak zorundadır. Bu düzlemler aynı zamanda -A- düzleminde paralel olmak zorundadırlar. Delik MMC den öteye büyüklüğünü arttırdığı gibi paralellik toleransıda artabilir. Paralel düzlemler deliğin en alt sol ve en üst sağına değerler. Şekil 2.21b.

Delik boyutunun artmasıyla bu düzlemler parçadan daha uzakta olabilirler. (Çizelge 2.7)

Delik büyüklüğü ve tolerans kuşağı büyüklüğü kombinasyonunu göstermektedir. Düzlemlerin bir milin tarafları olduğunu kabul edilirse, delik MMC'de 12.65mm olduğunda, delik 0.1mm paralellüğün dışında olabilir ve hala karşı eş parçasıyla montaj edilebilir. Delik 12.75mm olduğunda, paralellik en fazla 0.2mm dışında olabilir ve hala mil deliğe montaj edilebilir.



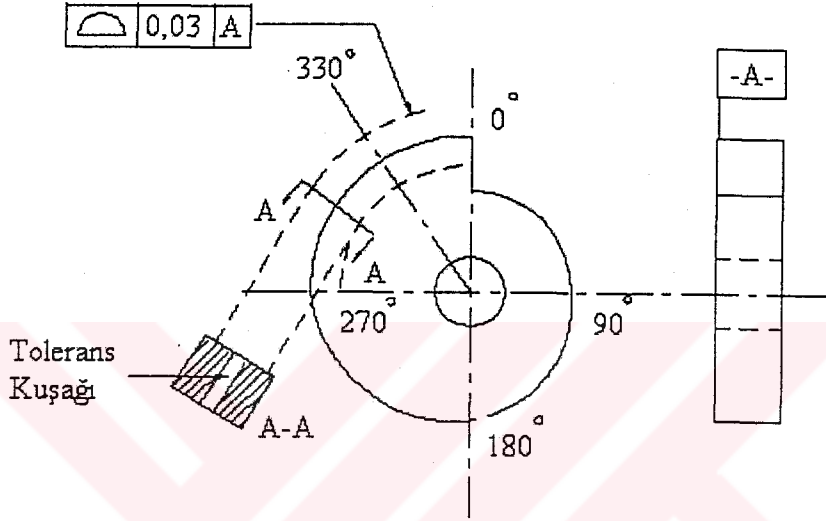
Şekil 2.21 Delik ve paralellik toleransı (Pollack, 1988)

Çizelge 2.7 Parça karakteristik büyüklüğü ve paralellik toleransı (Pollack, 1988)

Karakteristik Büyüklüğü (mm)	Paralellik Toleransı (mm)
12.65 MMC	0.10
12.67	0.13
12.70	0.15
12.73	0.18
12.75 LMC	0.20
12.78 (kabul edilmez)	0.23

Çizgi Profili

Çizgi profili, belirli bir profilde kesilmiş düzlem profilini tanımlamaktadır. Pervane kanadı boyunca merkez çizgisine dik kesim bir düzlem olacaktır. Bu yalnızca blade boyunca kesim noktasında kanat eğrisini tanımlar. Yüzey profili, kanat'ın bütün yüzeyine uygulanır. (Şekil 2.22)



Şekil 2.22 Çizgi profili ve tolerans kuşağı (Pollack, 1988)

270° den 330°'ye tolerans kuşağı 0.03mm genişliğindedir. Bu elemanlar bütün yüzey için kam -A- yüzüne dik olmak zorundadır.

Salgı

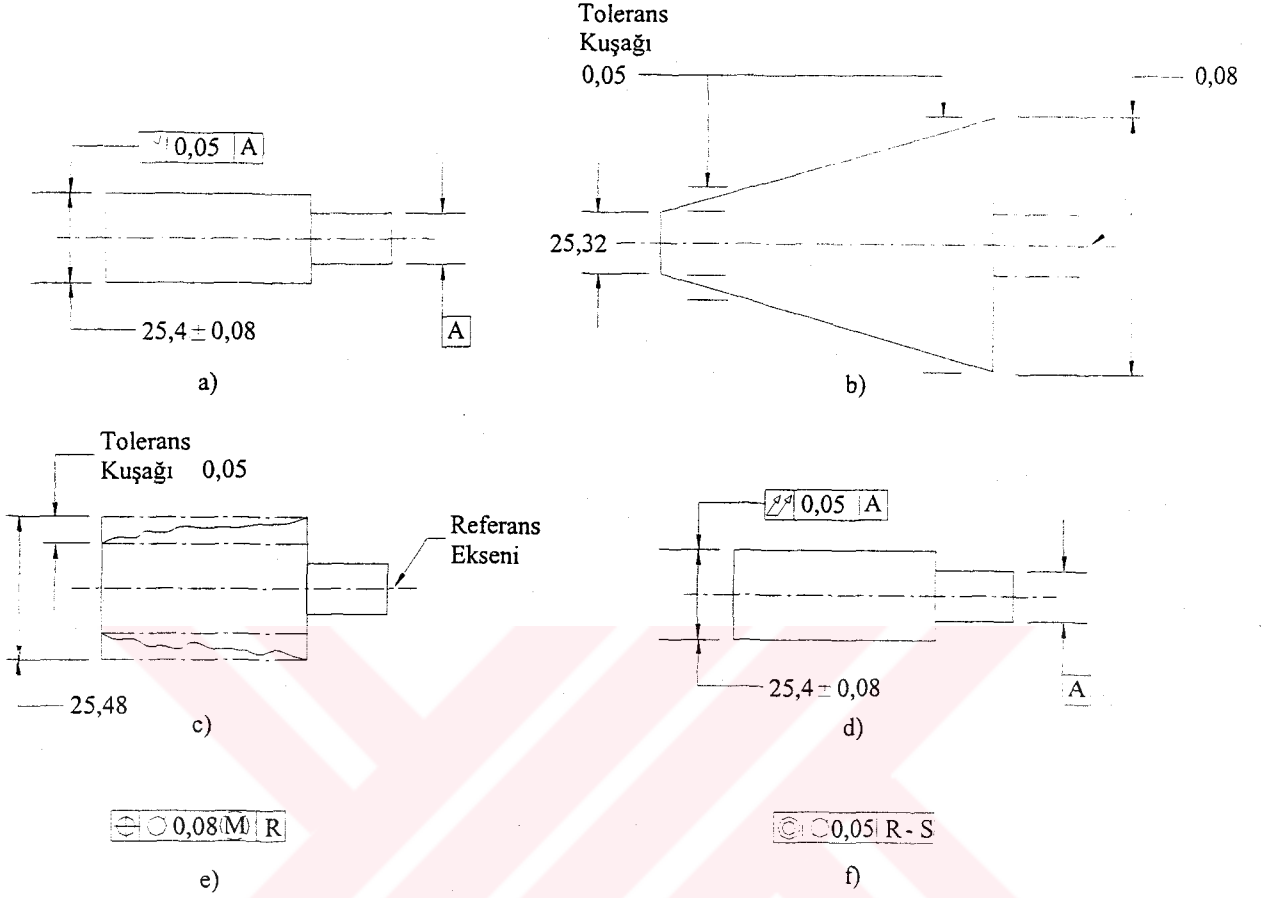
Dairesel Salgı

Şekil 2.23a'da 25.4mm çaptaki her bir eleman 0.05mm lik ful ibre hareketi içinde olmalıdır. (FIM).

Çap 25.48mm ve 25.32mm arasındaki ve her bir eleman merkez çizgisine 0.05mm den fazla olmamak üzere dik olmak zorundadır.

Merkez çizgisi her iki çap içinde referans eksenidir. Not olarak, eş eksensellik salgıyla aynı şey değildir. Eş eksensellik iki ayrı eksenin konusudur. Yuvarlaklığın dışında iki tane eş eksenselli çapa sahip olmak mümkündür. Şekil 2.23b de her bir dairesel eleman 0.05mm tolerans kuşağı

içinde olmak zorundadır. Şekil 2.23c'de bütün yüzey 0.05mm toplam salgı içinde olmak zorundadır.



Şekil 2.23 Salgı ve tolerans kuşağı (Pollack, 1988)

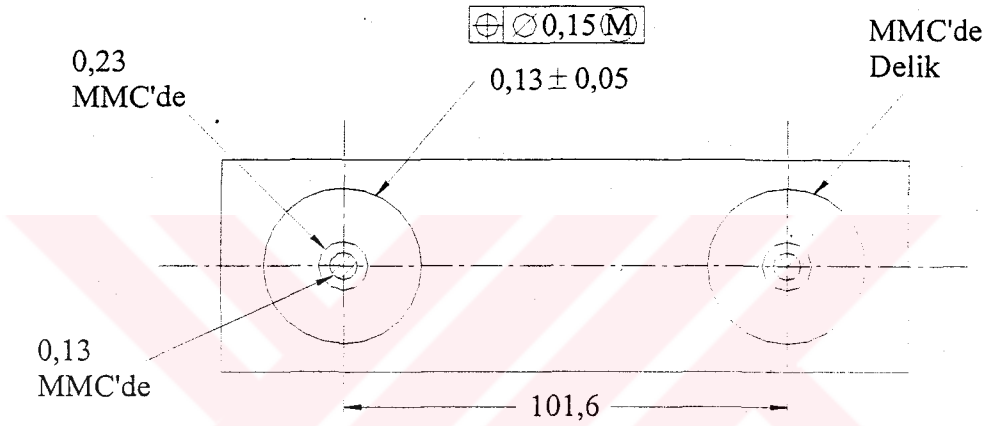
Toplam Salgı $\oplus 0,05$

Toplam salgı genel eksen etrafındaki bütün yüzeye uygulanmaktadır. Şekil 2.23d her iki dairesel ve toplam salgı alanı karakteristik büyüklüğüne bakılmadan RFS ve MMC bazında olmadan uygulanır. MMC konumu montajı veya değiştirilebilirliği tanımlamaktadır. Eğer karşılıklı eş çalışan parçaların kontrolü yapıp sonra montaj edilecekse her iki eksen ve yüzeyler kontrol edilmelidir. Bu şartlar altında, MMC gözönüne alınmalı ve \odot pozisyon kullanılmalıdır. (Şekil 2.23e)

Eğer parça iki veya daha fazla çapa sahipse ve eksenlerin kontrol edilmesi gerekiyorsa, montaja sorulmadan, RFS uygulanmakta ve eş eksenlilik işareti \oplus kullanılmaktadır. (Şekil 2.23f)

Pozisyon \oplus

Konum toleransı simetri, eş eksenlilik ve pozisyon gibi geometrik karakteristیکlerle ilişkilidir. Konum toleransını tartışmak için, büyüklük unsurları, MMC ve eş çalışan parçalar arasında olan ilişkiler gözönüne alınmaktadır. Pozisyon tarifi, teorik olarak unsurun (çizgi, nokta veya düzlem) düzleme referans olarak kesin konumunu belirtir. Pozisyon toleransı bu teorik konumdan izin verilen çeşitliliklerdir. Örnek olarak, bir plaka üzerinde iki delik olduğu ve bunların MMC'de diğer bir plakayla iki mil ile montaj edildiği varsayıldığında;



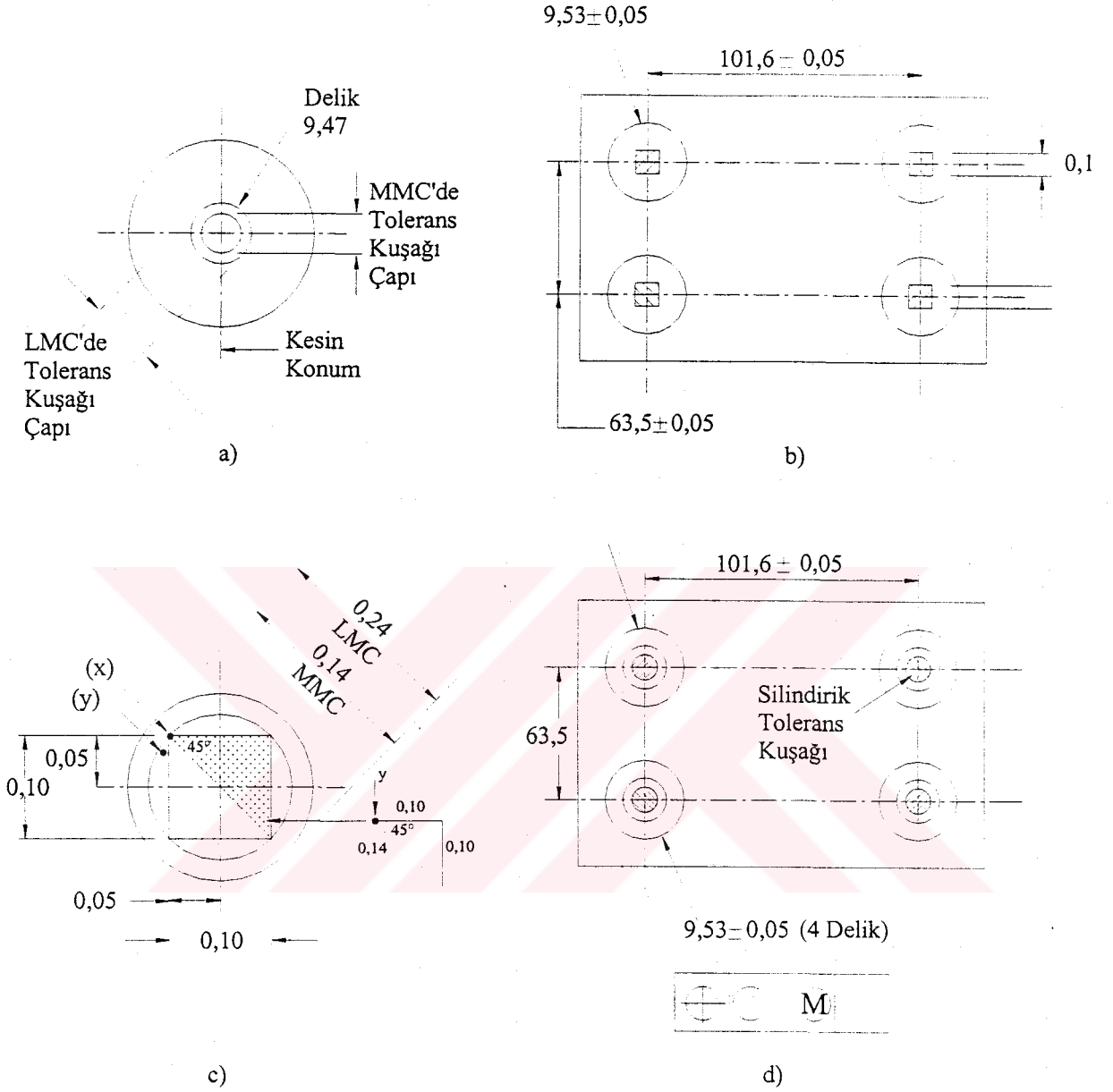
Şekil 2.24 Plaka üzerinde pozisyon toleransı uygulaması (Pollack, 1988)

İdeal olarak, şayet iki delik arasındaki mesafe teorik olarak doğru ve millerin çapı MMC'de ise, millerin ve deliklerin merkez çizgileri aynı olacaktır. Deliklerin çaplarının daha genişlediği farzedildiğinde, daha sonra aynı miktarda mil konumu artabilmekte veya azalabilmektedir. Şekil 2.24'de Deliğin MMC si pozisyon toleransı 0.13mm olduğunda 12.65mm dir. LMC olduğunda veya 12.75mm, deliğin pozisyon toleransı 0.23mm dir.

Konum toleransı, merkez çizgisi pozisyonu konumuyla, eksen veya referans düzlemiyle ilişkilidir. Konum gözönüne alındığında, mil unsuru büyüklüğü, MMC'nin en büyük avantajı değiştirilebilirlik faktörüdür. Şekil 2.24a'da delik MMC'de olduğunda, diğer mil ile referansı milin konumu pozisyon toleransı ile çeşitlenebilir. Delik büyüklüğü LMC'ye doğru artarsa lokasyon toleransı aynı miktarda artabilir. Koordinat sistemi üzerine pozisyon teorisinin kanıtlanmış avantajları vardır. (Şekil 2.24)

Koordinat sisteminde delik ve mil daireseldir, fakat teorik pozisyona bağlı mil pozisyonu kare tolerans kuşağı meydana getirmektedir.

Şekil 2.24b'de tolerans kuşağı diyagonalali yalnızca karenin dört köşesinde pozisyonlamaya izin vermektedir.



Şekil 2.25 (a, b, c, d) Kare ve silindirik tolerans kuşağı uygulaması (Pollack, 1988)

Koordinat sistemiyle, bu karenin dışındaki konumlar kabul edilmeyecektir. Şekil 2.25c'de x boyutu kare tolerans kuşağı dışındadır fakat diyagonalin ucunda reddedilecek olan y ölçüsünden teorik merkeze daha yakındır. Sadece sınır çizgisindeki veya kare tolerans kuşağının içindeki ölçümler kabul edilebilir olacaktır.

Koordinat sisteminde, deliklerin merkezleri için tolerans kuşakları karedir. (Şekil 2.25b) Pozisyonlama sisteminde, tolerans kuşağı daireseldir. (Şekil 2.25d). Çizelge 2.8 bütün kabul

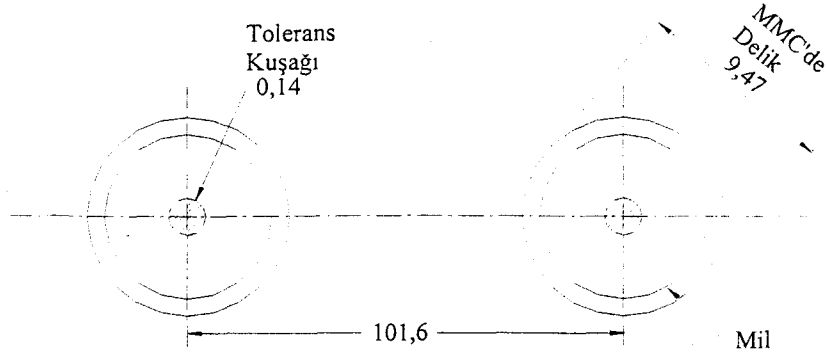
edilebilir delik büyüklükleri ve pozisyon toleranslarını göstermektedir. Aynı zamanda 101.6mm ve 63.5mm boyutları kesin değerler olarak kullanılmaktadır.

Konum toleransları delik büyüklüğü ile ilişkilidir, kontrol sembolünde gösterildiği gibi, 101.6mm ve 63.5mm konum boyutuyla ilişkili değildir.

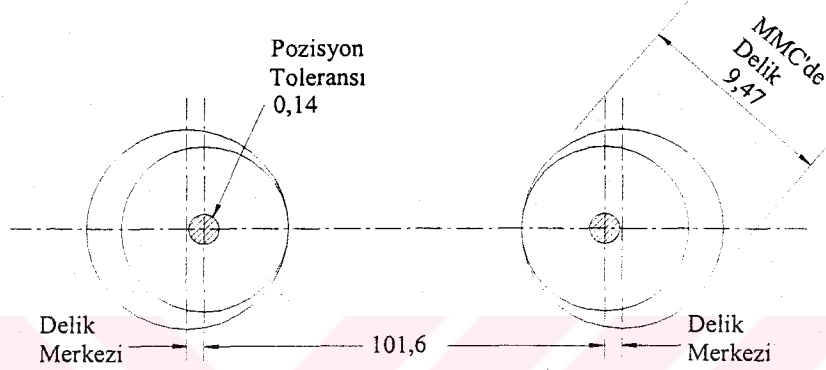
Çizelge 2.8 Delik büyüklüğü ve pozisyon toleransı (Pollack, 1988)

Delik Büyüklüğü (mm)	Pozisyon Toleransı (mm)
12.65 MMC	0.13
12.67	0.15
12.70	0.18
12.73	0.20
12.75 LMC	0.23

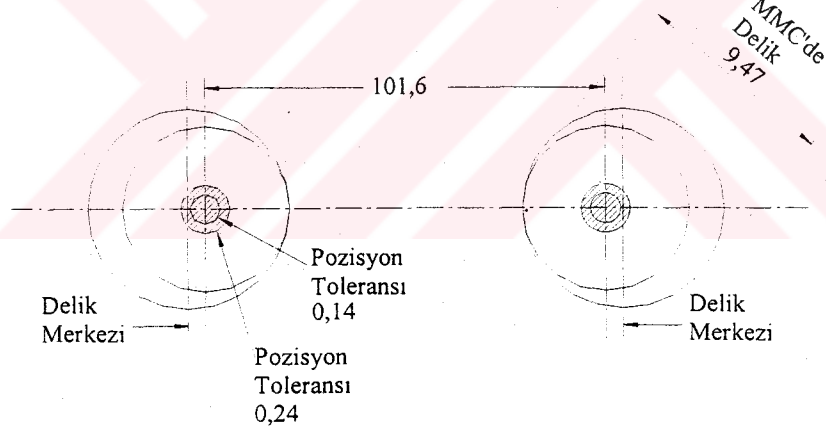
E.C. YÜKSEK GÜÇLÜK KURULU
ORDU MANTAYON MERKEZİ



e)



f)



g)

Şekil 2.25 (e, f, g) Pozisyon toleransının deliğe uygulanması (Pollack, 1988)

Delik MMC'de olduğunda (9.47mm) pozisyon toleransı 0.14mm dir.

Delik LMC'de (9.58mm) olduğunda pozisyon toleransı 0.24mm dir. Bu deliğin bütün çapı için doğrudur; oysa koordinat sisteminde, yalnız tolerans kuşağı diyagonalinin uçlarında doğrudur. Şekil 2.25e ideal şartları göstermektedir. Millerin ve deliklerin merkez çizgiler için her ikisi MMC'de (9.47mm) de delikleri göstermektedir, fakat konumda ofset 0.13mm dir. Şekil 2.25g'de delikler LMC'de ve mümkün mil konumları 0.24mm de çeşitlidir. Bütün durumlarda Çizelge 2.8de miller deliklerle montajlanmaktadır. (Pollack, 1988)

2.5. Koordinat Ölçme Tekniği

Parçaların şekil hataları, yüzeylerin makro yada mikro geometri analizlerinin yapılmalarına göre standartlarda ve bilimsel literatürde, farklı derecelerde şekil sapmaları olarak aralarında ayrılmaktadırlar. Hemen hemen bütün pratik uygulamalarda kısa dalga boylu geometrik sapmaların 3 ve daha yüksek dereceli olanları birarada yüzey pürüzlülüğü olarak kabul edilmekte ve uluslararası standartlarda tesbit edilen parametreler bazında değerlendirilmektedirler. Yüzey pürüzlülüğü dışında parçaların şekil ve konum sapmalarının ölçülmesinde de yaygın olarak çok koordinatlı ölçme tekniği kullanımı, hatalar arasındaki bağıntılarla ilgili bilgilerin derinleşmesini sağlamıştır.

Ölçme cihazlarının seçiminde, olabilecek sapmalarının nedenlerinin bilinmesinin şartının yanısıra, cihazların boyut ve şekil ölçümlerini yapabilecek özelliklerde olmalarına da dikkat edilmelidir. Bu sahada sadece çok koordinatlı ölçme tezgahları, boyut, şekil ve konum sapmalarını çok hassas olarak aynı sistemde ölçebilen cihazlardır. Cihaz hassasiyeti ve ölçme güvensizliği ile birlikte ölçülecek parçaların adedi de ölçme cihazlarının seçiminde önemli rol oynarlar. Özellikle imal edilen parçaların talep edilen hassasiyetleri IT5 tolerans derecesinden daha hassas olmalarını gerektiriyorsa ve büyük seri ölçümlerinin yapılması halinde çok koordinatlı tezgahların kullanılmaları kaçınılmazdır.

Geleneksel ölçme tekniği ile çok koordinatlı ölçme tekniği arasındaki fark Şekil 2.26 daki delik örneğinde belirgin bir şekilde gösterilmektedir. Deliğin çapı geleneksel metodlar kullanıldığında iki ölçme noktası arasındaki uzaklık olarak tesbit edilmektedir.

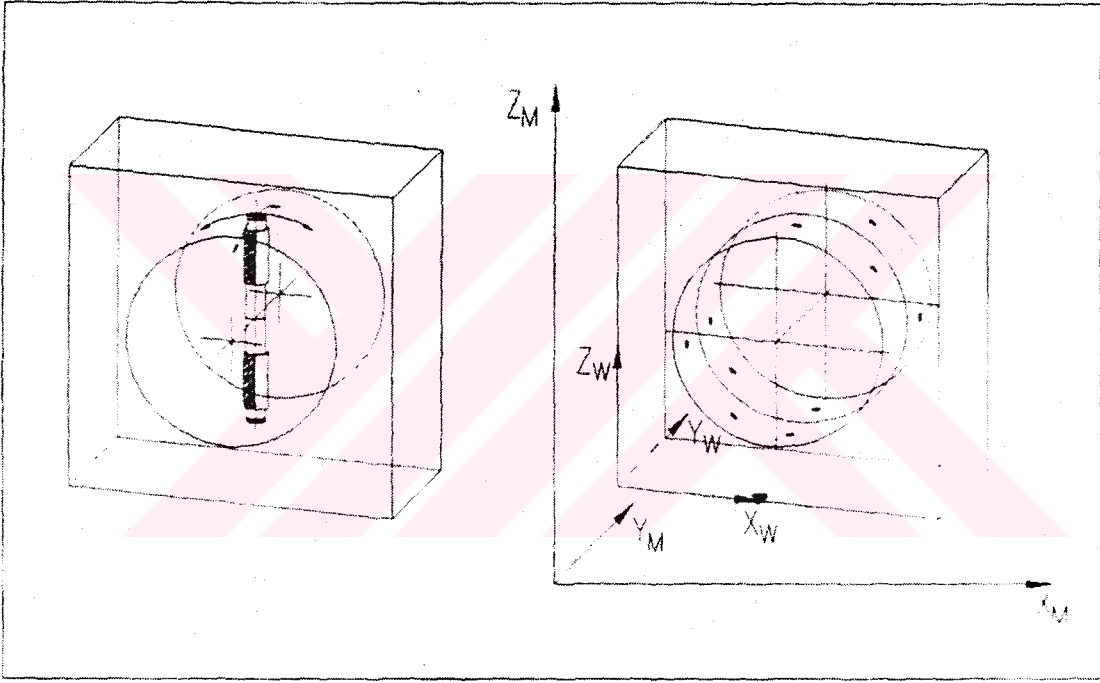
Ölçme noktaları arasındaki mesafenin çap olarak elde edilebilmesi için, deliğin eksenine dik istikamette maksimum değerinin, eksenin istikametinde ise minimum değerinin bulunması gerekmektedir. Deliğin çapı bu durumda elde edilen her iki çap değerinin birbirlerine eşit değerlerde olma şartıyla belirlenmektedir.

Çok koordinatlı ölçme cihazının temel çalışma prensibi şu şekilde tanımlanmaktadır:

- İmalat parçalarının geometrik elemanları, çok koordinatlı ölçme makinesinde birçok değişik noktada dokunmak suretiyle ölçülür.

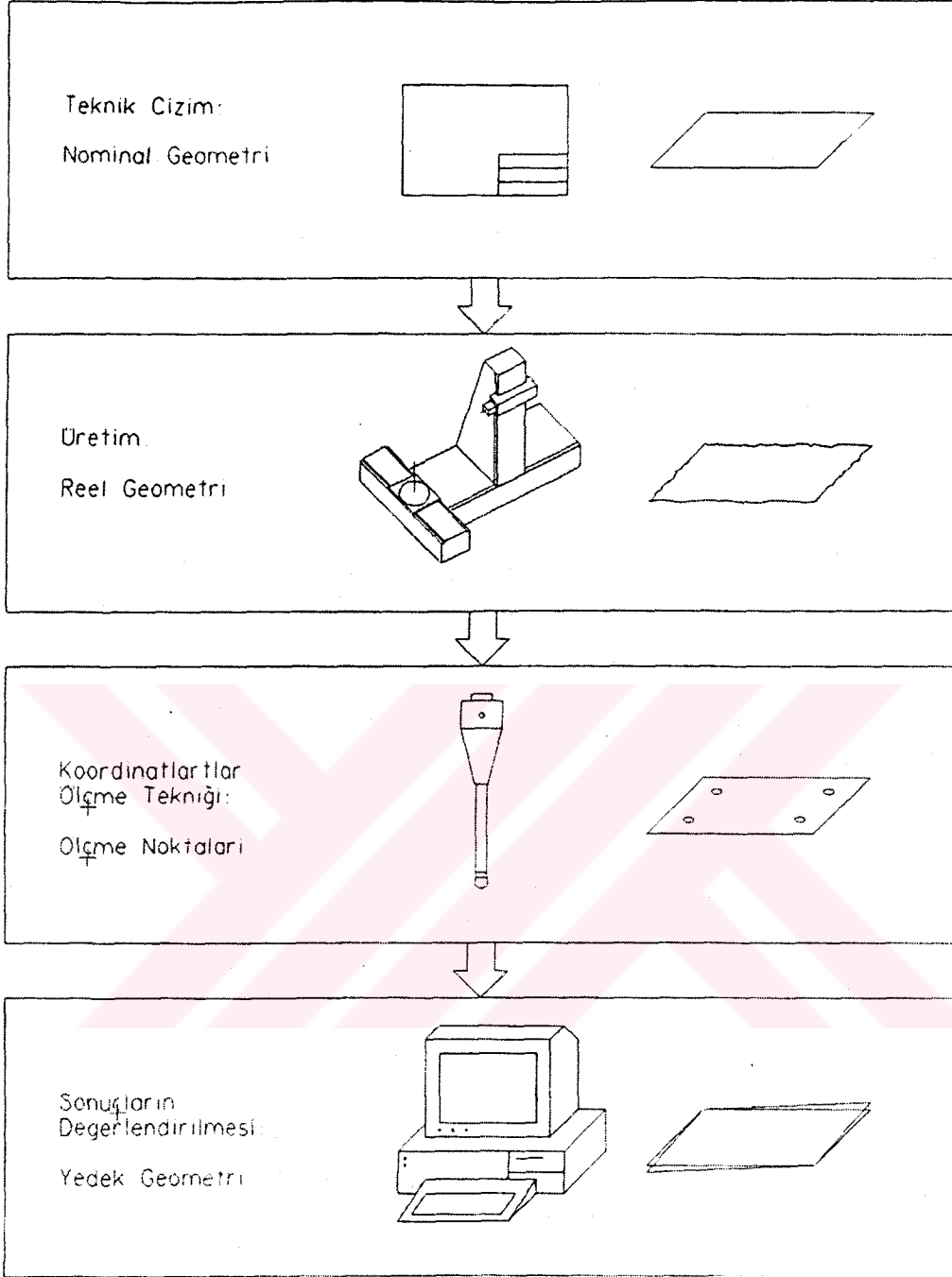
- Çok koordinatlı ölçme makinesinin bilgisayarı yardımıyla ölçme noktalarının koordinatları, imalat parçalarının geometrilerinin matematiksel hesaplamalarında kullanılırlar.

Çok koordinatlı ölçme tekniğinde deliğin çapı yüzeyinde bir çok noktada cihazın dokunma ucuyla dokunmak sureti ile (geometrik elemanlar silindir olarak hesaplanacağı için en az beş ölçme noktası olmalıdır.) tesbit edilmektedir (Şekil 2.27). Ölçme noktalarının asgari sayıdan fazla olduğu durumlarda ölçme neticelerinin değerlendirilmeleri için regresyon metodu uygulanmaktadır.



Şekil 2.26 Geleneksel metod ve CMM ile bir deliğin ölçülmesi (Durakbaşı, 2001)

Ölçülen parçanın boyutsal değerlerine ilaveten parçanın ideal şeklinden farklı olan sapmaları ve parçanın referans olarak belirlenen kordinatlar sisteminde geometrik elemanları arasındaki konum hataları ile ilgili değerler de koordinat ölçme tekniği kullanımıyla elde edilmektedir.



Şekil 2.27 Nominal geometri, gerçek geometri ve yedek geometri (Durakbaşı, 2001)

Koordinatlar ölçme tekniğinde imal edilen parçaların ölçülmesi ve ölçme değerlerinin hesaplanması ile ilgili olarak geometrik elemanlar:

- Nominal Geometri
- Gerçek Geometri
- Yedek Geometri

olarak ayrılmaktadır. İmal edilen parçalarının mikro geometrileri ile karşılaştırıldığında benzer şekilde bir ayırım olduğu görülmektedir.

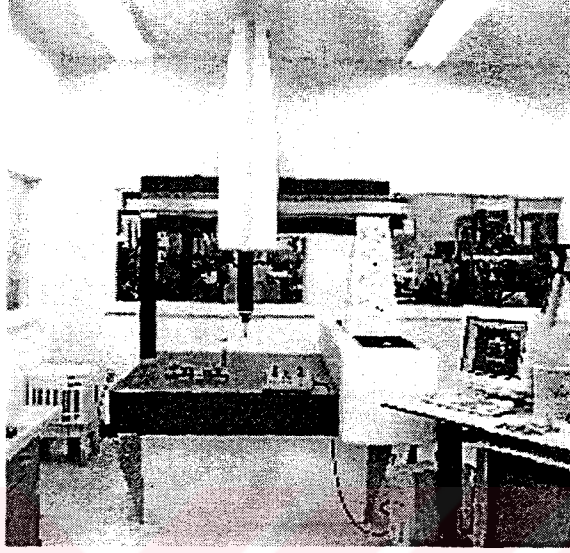
Şekil 2.27 de imalat süreci içerisinde konstrüksiyondan başlayarak, imalat ve kalite denetimine kadar izlenen yol gösterilmektedir.

Günümüzde çok koordinatlı ölçme tekniği, çeşitli imalat metrolojisi problemlerinin çözümünde özellikle de yüksek derecede otomasyon ve hassasiyet talep edilen esnek imalatta çok önemli bir yer edinmiştir. (Durakbaşı, 2001)



3. CMM İLE ÖLÇME

CMM bizi noktaları ölçülen unsurlar ve yüzey ilişkileri gibi 3 boyutlu yapıda konumlamamıza izin vermektedir.



Şekil 3.1 Köprü tipi CMM [8]

CMM'in en önemli unsurlarından biri geometrik ilişkileri hesaplayabilmesidir. CMM uzun, karmaşık ve verimsiz manuel kontrol metodlarının yeri alır. Koordinat ölçme makinaları hassas ölçümde ve ölçüm biliminde değerli bir rol oynamaktadır. CMM, koordinat tetkik kabiliyetini bilgisayarla birleştirmekte ve karmaşık parçaları geleneksel yöntemlerle ölçmeye karşı daha hassas hızlı ve uygun bir alternatif sunmaktadır. Bir koordinat ölçme makinası sistemi birçok prob seçeneği ve dokunma küresi desteği ile makina ve yazılım paketi bazında oluşmuştur. Prob dokunma küresinin ölçüm boyunca temas ettiği yüzeyleri hisseden elemandır.

Koordinat ölçme makinaları makine tipi ve operasyon tarzına göre sınıflandırılmaktadır. Makine tipi makinenin kendisinin fiziki şeklidir. İki tane ana makine tipi şekli vardır; yatay ve dikey CMM tezgahı. [8]

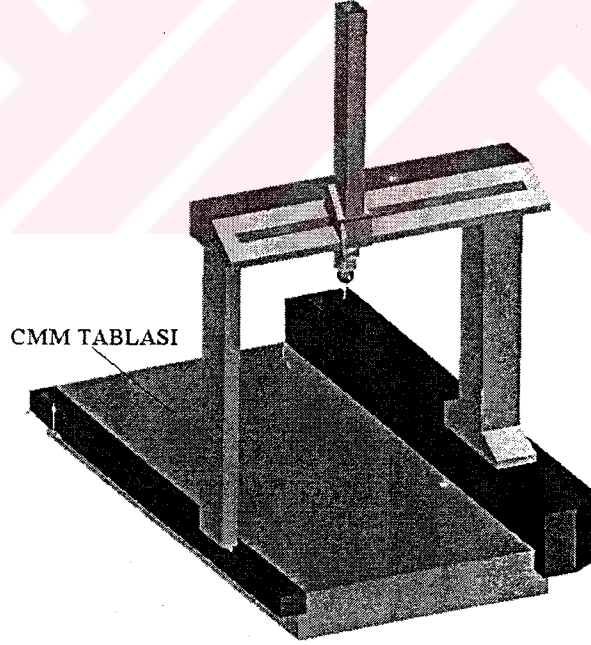
3.1- CMM Makine Yapısı

3.1.1 Tabla

Tabla mekanik yapının hareketli parçalarına, iş parçalarına ve fişür ekipmanlarına destek sağlamaktadır. Boyutları makinenin modeline göre değişmektedir. Tabla kaynak yapılmış çelik yapıdan meydana gelmektedir. Son derece rijit ve hacmi boyunca üniform bir sıcaklık genişmesi sabitine sahiptir. Çalışma yüzeyi çelik bir tabandan yapılmış ve yüzeyinde iş parçası kenetlerini tutturmak için M8 vidalar açılmıştır. Tabla esnek manual takım sistemi bütünleşmesi için tasarlanmıştır. Bundan dolayı özel işlemeye, (pnömatik parçalar için gereken düzlemselliği garanti eden) paslanmaz kaplamalı boyamaya ve 5 kolonu tabladan ayırmaya yarayan manyetik olmayan tablaya sahiptir.

Tablanın diğer tarafında, dikey çelik tabla sürücü, pnömatik kontrol ünitesi, pnömatik ve elektriksel elemanları ve ana taşıyıcının kızaklarını taşımaktadır.

Sol tarafta ana taşıyıcının kızaklarını taşıyan yatay tabla vardır. (DEA, 1996)



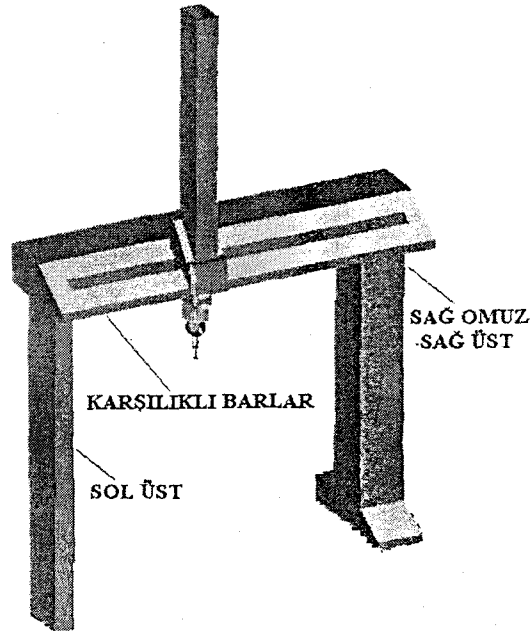
Şekil 3.2 CMM genel görünüşü

3.1.1.1 Anti Titreşim Destekleri

Anti titreşim destekleri tablayı taban üzerinde izostatik olarak tutmaya, yerden gelen titreşimlerden yapının hareketli parçalarını korumaya ve ölçme makinasının metrolojik performansında bozulmaya yol açan faktörleri önlemeye muktedirdir. Pasif anti titreşim destekleri (konvansiyonel tip) tablaya bütünleşmiş metal plaka ve taşlanmış metal plaka desteği arasındaki bir tabaka kauçuktan meydana gelmektedir. Aktiv anti titreşim destekleri (pnömatik) tavsiye edilmemektedir. 3 anti titreşim desteğinin düzenlenmesi (2 tanesi sağ tarafta ve 1 tanesi sol tarafta) anti tilt desteğine ihtiyaç göstermemektedir. (DEA, 1996)

3.1.2- Hareketli parça

Yapının alüminyum alaşımından yapılmış hareketli parçası ana taşıyıcı, merkezi taşıyıcı, ve Z kolonundan meydana gelmektedir. İki taşıyıcının dik ve bağımsız hareketleri ve Z kolonu ortagonal kartezyen referans sistemini meydana getirmektedir. Hareketli parça yüksek mekanik rijitlik (köprü mimarisi sonucu olarak) ve düşük atalet (alüminyumun hafifliğinden dolayı) ile karakterize edilmektedir. Alüminyum (yüksek ısı iletiminden dolayı) sıcaklık değişimlerinde yapısal stress ve deformasyona sebep olmadan, hızlı ve üniform tepkiler göstermekte, sıcaklık genişmesi bu sebepten dolayı yazılım tarafından verimli ve hassas bir şekilde telafi edilebilmektedir. (DEA, 1996)



Şekil 3.3 CMM hareketli parça

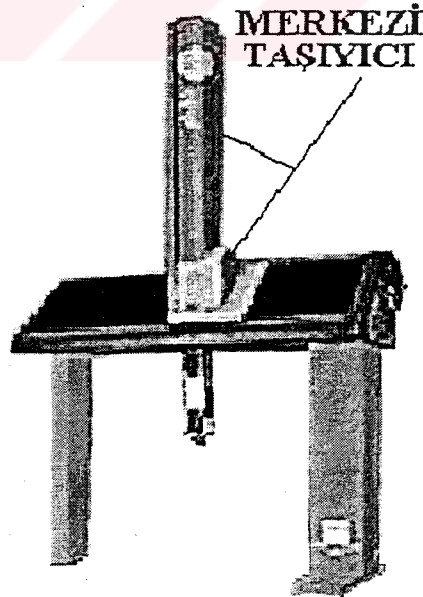
3.1.2.1 Ana Taşıyıcı

Ana taşıyıcı birbirine civatalanmış 4 parçadan meydana gelmektedir. Sağ omuz ve sağ üst, karşılıklı barlar ve sol üst. Sağ omuz ve üst sağ alüminyum alaşımlı dökümden ve karşılıklı barlar (crossbar) ile sol üst sağ ekstrüzyon parçalarından yapılmıştır. Her iki durumda da, makina tasarımcıları maksimum hafifliği, karmaşık yapısal hesaplamalar bazında hareketli parçaların ağırlık ve rijitlik oranını optimize etmeyi hedeflemek durumundadırlar. 2 üst sağın ve kros barın boyutları (uzunluk) çeşitliliği, makine modeli için değişmektedir. (DEA, 1996)

3.1.2.2 Merkezi Taşıyıcı

Merkezi taşıyıcı, ana taşıyıcıyla uyumlu olarak enine hareket etmekte, Z eksen kolonuna ve onun sürücü ve kayan elemanlarına destek olacak fonksiyonu yerine getirmektedir. Hafif alüminyum alaşımlı dökümdür ve boyutları bütün modeller için aynıdır. Bir çerçeve, merkezi taşıyıcının üzerine civatalanmış yapısal eleman olarak değil fakat, Z kolonunu koruyucu ve Z kolonunun karşı ağırlık silindrine destek olarak bulunmaktadır.

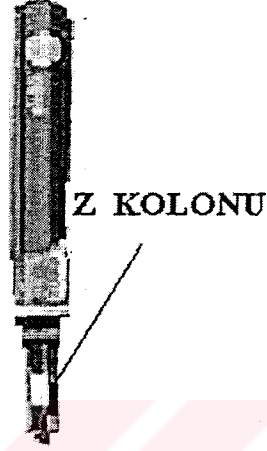
Çerçeve alüminyum ekstrüzyonundan yapılmıştır ve yüksekliği makinanın Z eksenine göre değişmektedir. (DEA, 1996)



Şekil 3.4 CMM merkezi taşıyıcı [7]

3.1.2.3 Z - Kolonu ve Ölçme

Z kolonu merkezi taşıyıcıya uyumlu olarak dik hareket etmektedir. Kare kesitte alüminyum ekstrüzyon edilmiş parçadan imal edilmiştir. Yüksekliği makinanın Z ekseninin değerine göre değişmektedir. (DEA, 1996)



Şekil 3.5 Z kolonu [7]

3. 1.3- Koruyucular ve Panjurlar

Sürücü ve kayan elemanlar operatörün güvenliği ve toz birikmesi ve çalışma ortamında bulunan kirliliği önlemek için tamamen korunmalıdır.

3.2. Koordinat Ölçme Makinesi Tipleri

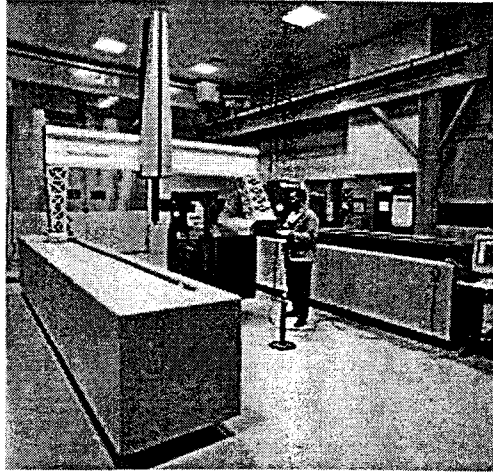
3.2.1- Dikey Tip CMM

Dikey tip CMM'in köprü tarafından taşınan dikey bir probu vardır. Köprü ölçme alanını kuşatmaktadır.



Şekil 3.6 Ölçme laboratuvarı [8]

Köprü tipi CMM özellikle rijit makinedir. Bu onu en popüler CMM ekipmanı tarzı yapar. Köprü tipi CMM granit yüzey tablasına hava yataklı kanallar ve köprü tipi konstrüksiyona sahiptir.

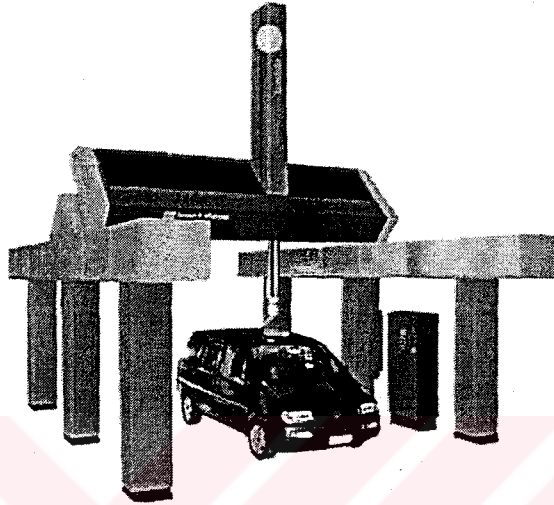


Şekil 3.7 Dikey tip CMM [8]

Diğer bir dikey tip CMM, Gantry koordinat ölçme makinasıdır. Dikey Gantry tip CMM iş parçasına herhangi bir destek vermemektedir. Makina iş parçası üzerinde durur. İş parçası

bağımsız bir kurulum üzerinde oturmaktadır. Bu tipteki makina çok geniş iş parçaları için çok uygundur. Bu makinanın diğerlerinin üzerindeki avantajı operatörün prob ile yürüyebilmesidir.

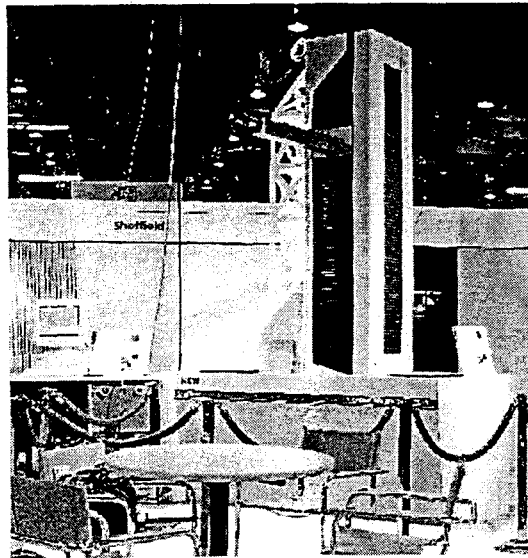
Bu makineler manuel olarak veya nümerik kontrolle otomatik olarak kullanılabilirler. [8]



Şekil 3.8 Gantry tipi CMM [2]

3.2.2 Yatay Tip CMM

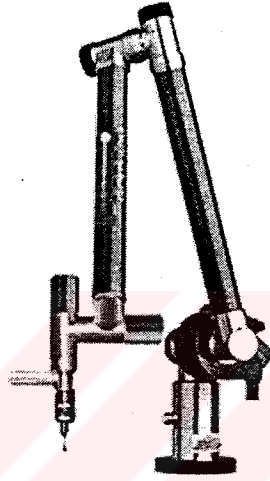
Yatay tip CMM dikey düzlem yerine yatay düzlemde kurulmuş hareket eden bir kola ve proba sahiptir.



Şekil 3.9 Yatay tip CMM [8]

Bu makinanın avantajı kapalı olmayan geniş bir çalışma alanı sunmasıdır. Genelde büyük hacimli parçaların ölçümlerinde ,örneğin; döküm ve sac kalıpları gibi parçaların ölçümlerinde tercih edilmektedirler. Konstrüksiyonunun geometrisinden dolayı tezgaha iş parçası yüklemesinde köprü tipi CMM lere karşı daha avantajlıdır. Gantry tipi CMM lere nazaran ölçüm hassasiyeti daha fazladır. [8]

3.2.3 Ölçme Kolları



Şekil 3.10 Ölçme kolu [5]

Ölçme kolları mühendislik ve herhangi bir imalatın boyutsal kalite kontrolü için tasarlanmış yüksek tamlıkta seyyar bir ölçme aracıdır. Ölçme kolu, ölçülecek parçaya veya montaja, kullanıcının yaklaşımıyla sınırlanmadan prob ucunun kesin pozisyonunu tamlıkla ölçmek için hassas enkoderlerle bütünleşmiştir.

Seyyar ölçme kolu çevre şartlarına bakmaksızın ihtiyaç olan yere kolayca kurulmaktadır. İçindeki sıcaklık telafisi düzelticisi özelliği geleneksel ölçme aletlerindeki tipik performansı etkileyen faktörleri bertaraf etmektedir.

Seyyar ölçme kolunun kullanıldığı alanlar tersine mühendislik, prototipleme, parça tetkiki, istatistiksel analiz ve proses kontrolüdür.



Şekil 3.11 Ölçme kolunun kullanımı [6]

Büyük ölçekli kalıphanelerde bazı durumlarda her bir kalıp yarısı 22500 kg kadar gelebilmektedir ve buda geleneksel CMM ler için çok ağırdır. Genelde CMM lerin üzerine en fazla 7500 kg konmaktadır. Ölçme kolları kalıbın bulunduğu yerde konumlandırılarak yaptığı ölçme ve ağır yüklerin üzerine konulmasını gerektiren bir tabla içermediğinden dolayı imalatçılara büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Ölçme kolunun 6 ek noktasının her birindeki sayısal sinyal işlem teknolojisi ve hibrit transduserler, her bir noktanın X, Y, Z pozisyonu ve (I, J, K) oryantasyonunu almaktadır.

Geniş kalıpların içini ölçmek için gereken ulaşılabilirlik ve esneklik için makina 2-2-2 konfigürasyonunda 8 kol kullanmaktadır. Bunlar şu şekildedir, 2 eksen tabanda, 2 eksen dirsekte, 2 eksen bilekte ve 2 tane de diğer eksenler içindir.

Kol ve makinanın orta bölgesi kendi üzerine katlanabilmekte ve operatörü kalıbın iç bükey bölgelerine ve çeşitli parçaların altına girmesine izin vermektedir.

Kol hassas yataklar kullanmakta ve hava taşıtlarında kullanılan evsafta alüminyum kullanılmaktadır. Bu çalışma sıcaklığında üniform genişleme göstermektedir. Bu kol sıcaklığı otomatik olarak telafi etmekte ve ± 0.076 mm tamlık göstermektedir. [10]

3.2.3.1 Ölçme Kolu Unsurları

- Açık Mimari: Faro kolunu herhangi bir yazılım ile kullanmaya izin verir.
- Düşük Ağırlık
- Dahili karşı denge
- Çabuk prob kalifikasyonu
- Hayat boyu kalibrasyon

- Geniş çeşitlilikte kurma avantajı: Masa üstüne, Sürgülü Raylar, Çabuk Ayırma, Magnetik tabanda, Üçlü ayak [6]

3.2.3.2 Ölçme Kolunun Faydaları

- Taşınabilirlik: Her yerde ölçüm
- Kolay kullanım
- Esnek kullanım
- Basit kullanıcı kılavuzu [6]

3.2.3.3 Ölçme Kolu Özellikleri

- Operasyon sıcaklığı aralığı: 0°C den 45°C ye
- Sıcaklık çevrimi: 5°C/5min
- Koruma IP 64 standartlarında koruma
- İzin verilen açısız: 105 rad/s² den daha büyük.
- Maksimum titreşim: 55 den 2000 Hz'e (IEG-68-2-27)
- Şok ve Tesir: 6 ms (IEC 68-2-27)
- Güç desteği: 85 –245 VAC , 50 / 60 Hz [6]

3.3 Koordinat Ölçme Makinası Operasyon Tarzları

Koordinat ölçme makinaları için temel üç tip operasyon vardır. El ile, bilgisayar desteği ile motorize ve direk bilgisayar kontrollü.

Manuel tip CMM atölyede bulunan en popüler tip dir. Manuel CMM, hava yastığı üzerinde üç eksen boyunca hareket eden serbest seyyar proba sahiptir.

Bilgisayar destekli motorize tip CMM ler motor yardımcı hareket için bilgisayar ve sürüş mekanizmaları kullanılmaktadır. Direk bilgisayar kontrollü CMM ler, tamamen otomatiktir ve operatörün müdahalesi olmadan parçaları ölçmek için kullanılabilirler. [9]

3.4 Prob Tipleri

Bütün CMM ler parça unsurlarını ölçmek için birtakım problemlerle donatılmışlardır. Üç tip genel prob vardır. Sert, yumuşak ve dokunmasız prob.

3.4.1 Sert Prob

Sert problemler özellikle derin delikleri ölçmek için kullanılırlar. Atölyede en çok bulunan prob tipleri, ikiside dokunmalı prob olan sert ve yumuşak tipli probdur.



Şekil 3.12 Sert prob [9]

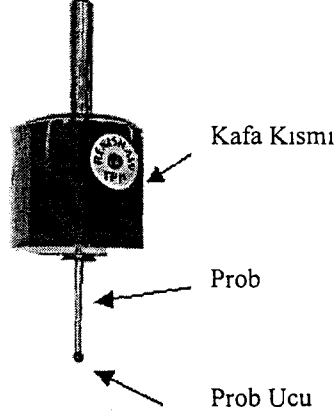
Sert prob kullanıldığında gerçek temas manuel olarak yapılmalıdır. Bu sert probun yumuşak veya elektronik problemler kadar popüler olmamasının sebeplerinden biridir.

Diğer sebep dokunmanın doğasından olan sapmadan dolayıdır. Sert problemler tek parça konfigürasyonlarının bu probu gerektirdiği özel uygulamaları vardır. [9]

3.4.2- Yumuşak Problemler

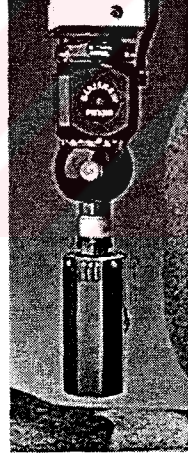
Yumuşak problemlerin, sert problemlerin bir çok uygulamada yerini alması yaygın değildir. Elektronik veya yumuşak prob, anahtar tip tasarım kullanır. Parçaya temas olduğunda, prob bilgisayara okumayı durdurması için mesaj gönderir. Temas basıncı uygundur ve bu yüzden ölçme güvenilirdir.

Yumuşak probun montajı üç parçadan meydana gelmektedir; 1-Kafa 2- Prob 3- Dokunma Küresi



Şekil 3.13 Yumuşak prob [9]

Dokunmasız prob tipi bu günün laser teknolojisinde kullanılmaktadır. Dokunmasız prob tipinin orjinal maksadı yumuşak ve narin parçalar için kullanmaktır. Bununla beraber, laser teknolojisi avantajları her tip iş parçası için çok prodüktif tetkik ortalamaları sınanmıştır.

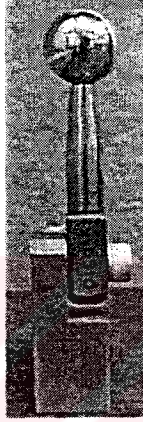


Şekil 3.14 Laser tip prob [9]

Laser tip probun büyük hız ve tamlığı birçok ölçmenin yapılmasının zorunlu olduğu yeniden mühendislikte paha biçilmezdir. [9]

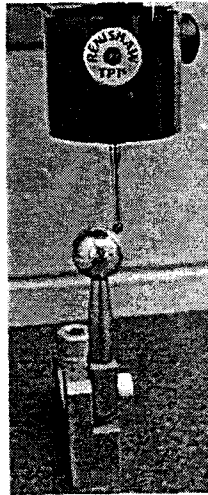
3.5 Kalibrasyon

CMM'in en belirgin özelliği onun boşluk problemi olmadan yönleri değiştirebilmesidir. Boşluk telafisi ihtiyacı olmadan dolayı makinanın kendi tabiatında olan ölçme kusurları da yoktur. Bununla beraber prob hatası vardır. Çünkü prob parçayı fiziki olarak ölçen bir elemandır ve kalibre edilmeye ihtiyacı vardır. Bütün CMM problemleri bilinen bir standarda göre kalibre edilmelidirler. Standart ölçü bloğu, halka ölçüsü veya bazı tip hassas kürelerden oluşabilmektedir.



Şekil 3.15 Kalibrasyon küresi [9]

Kalibrasyon küresi, en tam prob kalibre yoludur çünkü bütün eksen yönlerinde alınan ölçümler kürenin çevresindedir. [9]

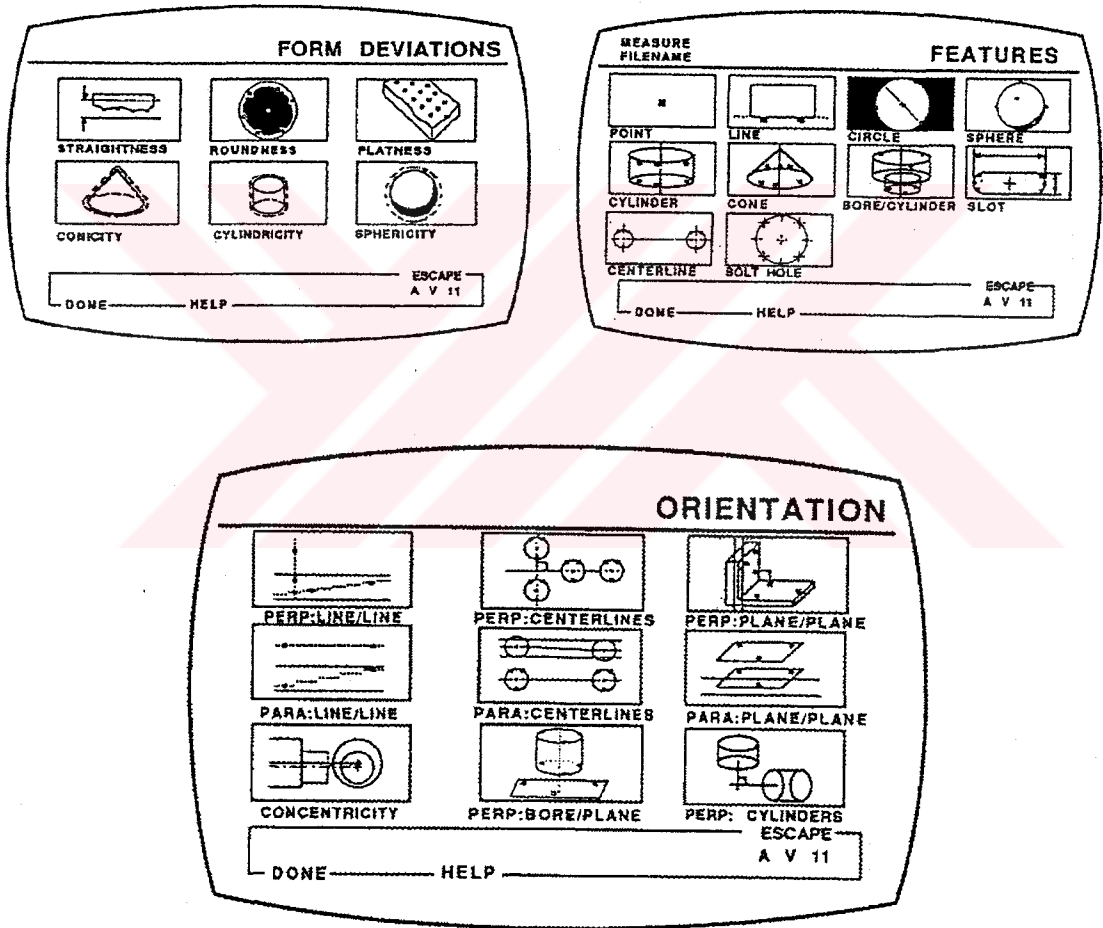


Şekil 3.16 Kalibrasyon küresi ile yumuşak probun kalibrasyonu [9]

3.6 Alt Programlar

CMM'in değeri onun tekrarlanan ölçme operasyonları yapabilme özelliğinde bulunabilir. Ölçme operasyonları daire, küre ve silindir v.b. gibi ölçmelerdir. Bilgisayarın gücü, CMM'i bu hesapları büyük hız ve tamlıkta yapmasına izin vermektedir. Bu operasyonları yapmak için bilgisayar yazılımında alt programlar yapılmıştır. Operatör istediği alt programı tıklamakta ve yazılım operatöre ne ve nerede ölçme yapmak istediğini göstermektedir.

Geleneksel plaka yüzeyinde bu hesapları yapmak saatleri alabilir. Aşağıda CMM ile ilgili bazı yaygın alt program örnekleri bulunmaktadır.

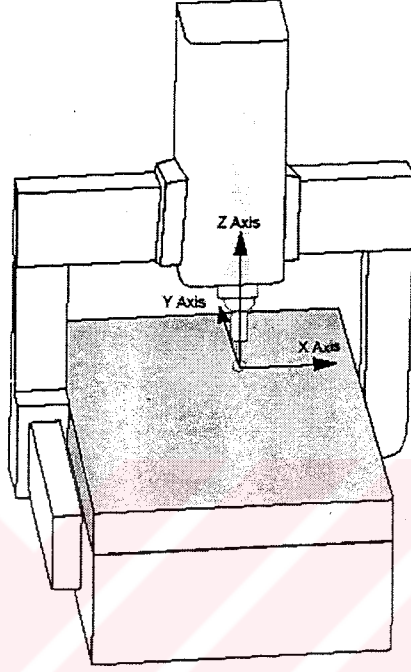


Şekil 3.17 CMM programları ekranı [9]

CMM herhangi bir yeni ölçme metodu sunmamaktadır. Bunun yanında bizim parçaları daha yararlı ve verimli ölçme kabiliyetimizi genişletmektedir. CMM bütün iş parçalarını ölçmekte kullanılmaz ve kullanılmamalıdır. CMM uygulaması sadece bu tip ölçme aletiyle ölçülmesi gerekiyorsa kullanılmalıdır. [9]

3.7. Makine Koordinat Sistemi

Ölçme dünyasında iki çeşit koordinat sistemi vardır. İlki makina koordinat sistemi olarak adlandırılmaktadır. Şekildeki X, Y, Z eksenleri makinanın hareketlerini belirtmektedir.

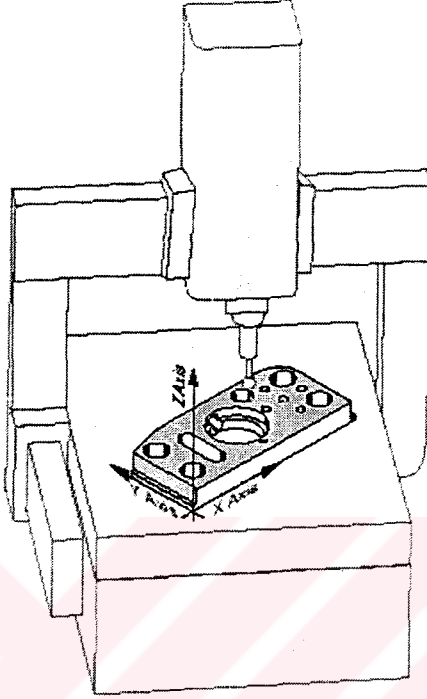


Şekil 3.18 CMM ve eksenleri [3]

Makinaya ön cepheden bakıldığında X eksenini soldan sağa hareket etmekte, Y eksenini önden arkaya ve Z ekseninde yukarı ve aşağıya hareket etmektedir. [3]

3.8 Parça Koordinat Sistemi

İkinci koordinat sistemi Parça Koordinat Sistemi olarak adlandırılmaktadır. 3 eksen iş parçası referans veya unsurlarıyla ilişkilidir.



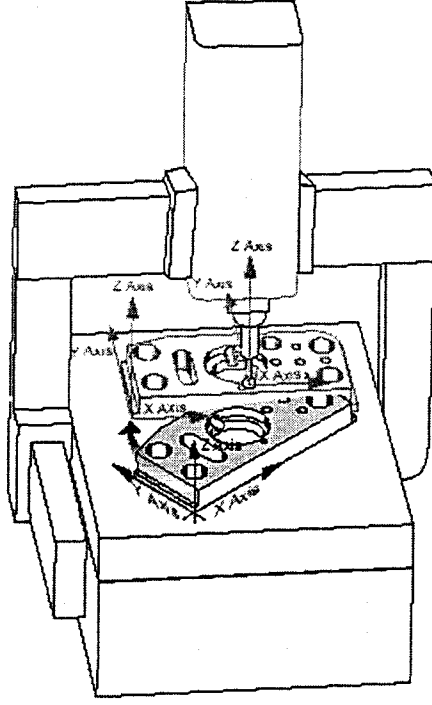
Şekil 3.19 Parça koordinat sistemi [3]

Koordinat ölçümü için, bilgisayar programını tanıtmadan önce parçalar fiziksel olarak makina eksenlerine paralel olarak düzenlenmekte, böylelikle Makine ve Parça Koordinat Sistemi birbirine paralel olmaktadır. Bu çoğu zaman israf ve çok tam (doğru) değildir.

Parça dairesel veya eksenel olduğunda yani, küre veya dikdörtgenin dışında olduğunda ölçme işi imkansızla yakın olmaktadır. [3]

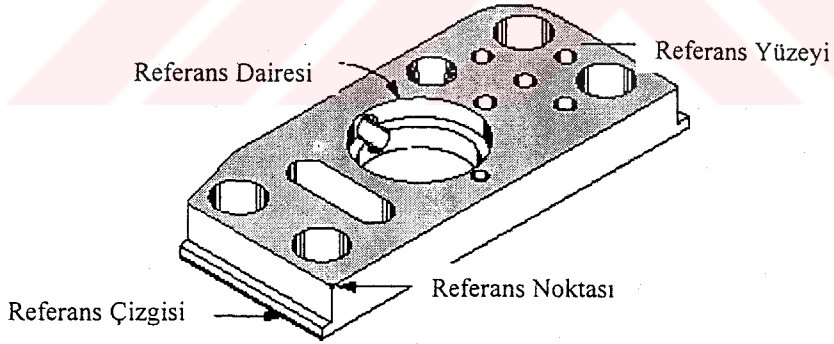
3.8.1 Hizalama

Bu günün CMM programlarıyla, CMM iş parçasının referanslarını ölçmekte (from the part print), Parça koordinat sistemini tesis etmekte ve bunu matematiksel olarak makine koordinat sistemine ilişkilendirmektedir. İki koordinat sistemini ilişkilendirme prosesine hizalama denmektedir. [3]



Şekil 3.20 Hizalama [3]

3.8.2 Referans

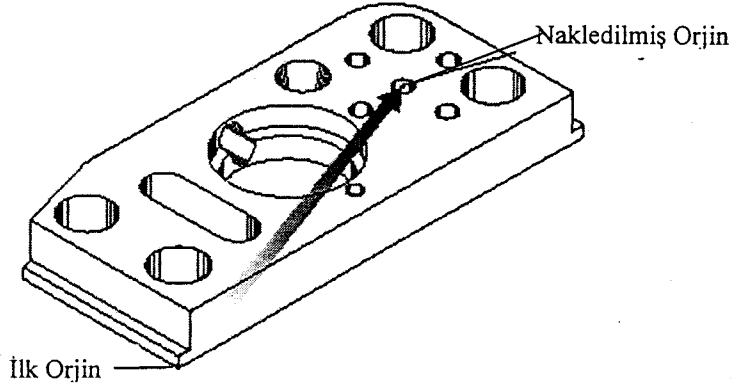


Şekil 3.21 Referanslar [3]

Referans bir yerdir. Referansı diğerlerine nerede olduğumuzu söylemek için kılavuz olarak kullanırız veya bir yere gitmek için yönlendirme olarak kullanırız. Ölçme biliminde referans, iş parçası üzerinde delik, yüzey veya oyuk gibi bir unsurdur. [3]

3.8.3 Nakil

Bir iş parçasının belirli bir unsurunun diğer bir unsura ne kadar uzaklıkta olduğunu bilmek istendiği farzedildiğinde,

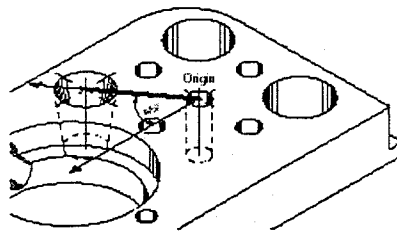


Şekil 3.22 Nakil [3]

Örneğin 4 deliğin merkezinden, merkezdeki deliğe olan uzunluğu belirlemek için önce merkezdeki delik ölçülmekte, orjin bu deliğin merkezine nakledilmekte, daha sonra çevrelenen 4 delik ölçülmektedir. Ölçmenin başlangıç noktasını (orjin) geçerli pozisyondan iş parçasının diğer bir noktasına götürmeye nakil denmektedir. CMM bunu kendi geometrik ölçüm programından hizalama rutinini istediğiniz zaman matematiksel olarak yapmaktadır. [3]

3.8.4 Rotasyon

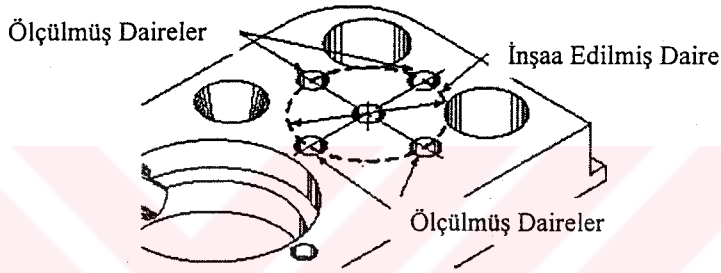
İş parçası üzerindeki iki delik arasındaki mesafe ölçülebilir. Önce orjinal orjin daha küçük deliğe nakledilir ve parça koordinat sistemi matematiksel olarak 45° döner. Şimdi her iki delik de yeni Y eksenine boyunca durmakta ve mesafe otomatik olarak hesaplanabilmektedir. [3]



Şekil 3.23 Rotasyon [3]

3.8.5 Ölçülen ve Düzenlenen Unsurlar

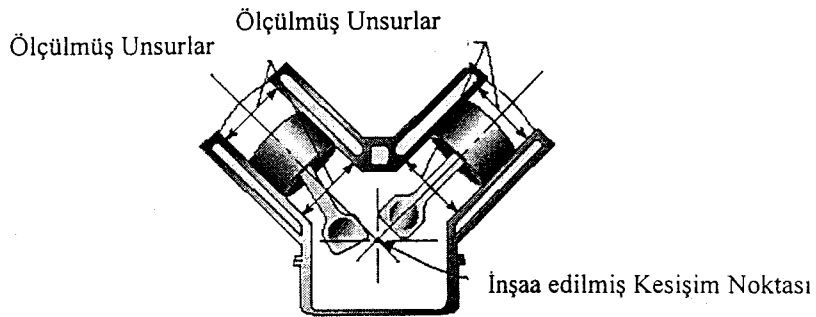
Geniş iş parçalarının büyük bir kısmı işleme veya şekillendirme ile yapılan basit geometrik elemanlardan oluşmuştur. Bu ana elemanlar (düzlemler, kenarlar, silindirler, küreler, koniler, v.b. gibi) unsurlar olarak adlandırılmaktadırlar. CMM'in bu unsurları direk olarak ölçebildiğinde, iç yüzeylere proba dokunularak, bu unsurlar ölçülen unsurlar olarak tanımlanmaktadır. Diğer unsurlar, örneğin mesafe, simetri, kesişim, açı ve izdüşüm gibi, değerleri belirlenmeden önce direk olarak ölçülemezler fakat ölçülen unsurlardan matematiksel olarak düzenlenmek zorundadırlar. Aşağıdaki şekildeki kesik çizgili daire, ölçülen 4 dairenin merkez noktalarından inşa edilmiştir. [3]



Şekil 3.24 Ölçülen ve düzenlenmiş unsurlar [3]

3.8.5.1 İnşaa Edilmiş Unsurlar

Bir unsur veya unsur grubunun diğer bir unsur veya unsur grupları ile arasındaki ilişki imalat için kritiktir. Örneğin motor bloğundaki silindirlerin kesişim noktası, bu eş parçaların ne kadar iyi yerleştirildiğini göstermektedir. [3]



Şekil 3.25 İnşaa edilmiş unsurlar [3]

3.9. Hacimsel Telafi

Koordinat ölçme makineleri de diğer ürünlerden farklı değildir. Oldukça dar toleranslarda imal edilirken bile yapılarında, tamlıklarına etki edecek (kaçıklık, dişli açıklığı, doğrusallık ve ölçek hatası) hatalar bulundurabilirler.

İmalat toleranslarının artan bir şekilde daha dar hale gelmesiyle CMM lerin daha fazla tamlığa sahip olmaları gerekmektedir.

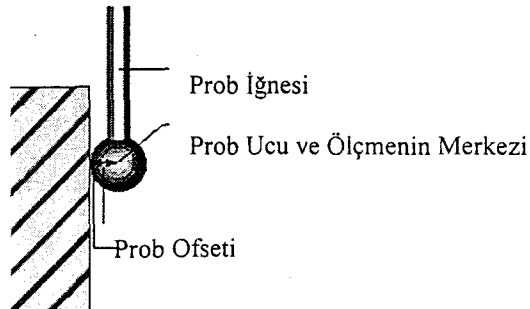
CMM'in ana yanlışlıkları (inaccuracies) CMM'in bilgisayarıyla otomatik olarak düzeltilebilmektedir. CMM'in bütün geometrik hataları ölçüldüğü zaman, CMM'in programı içindeki güçlü algoritmalar ile bu hatalar minimize edilebilmekte veya bertaraf edilebilmektedir. Bu teknik Hacimsel Hata Telafisi olarak adlandırılmaktadır.

Hataların matematiksel olarak bertaraf edilmesiyle, imalat maliyeti düşürülebilmekte ve müşteriye parası karşılığında daha fazla performans sunulabilmektedir. [3]

3.10 Prob Telafisi

CMM ler genellikle verilerini makinenin ölçme eksenine takılı (sert prob veya elektronik tetik probuyla) prob ile iş parçasına dokunarak toplamaktadır. Probun uçları yüksek tamlıktadır, prob CMM'e takıldığında, ucun konumu makina koordinat sisteminde ölçmeden önce belirlenmelidir. Çünkü ucun çevresi parçaya dokunmaktadır. Probun merkezi ve yarıçapı tamlığı yüksek küre ölçümüyle yapılmaktadır. (Nitelendirme küresi)

Ucun merkezi ve yarıçapı bilindiğinde, probun bir iş parçasına temas ettiği zaman, ucun koordinatı, ucun yarıçapından ucun gerçek temas noktasına matematiksel olarak ötelenmektedir. [3]



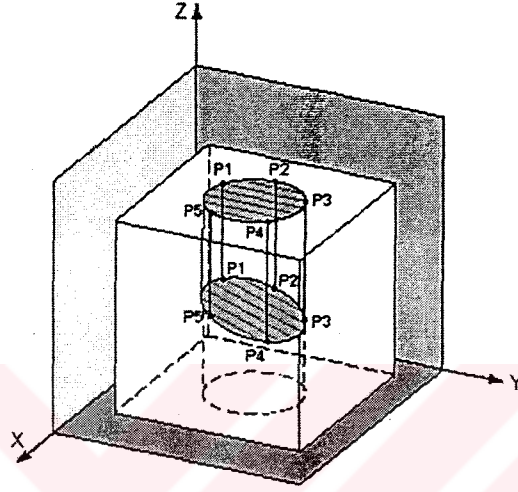
Şekil 3.26 Prob telafisi [3]

Ötelemenin yönü, hizalama prosedürüyle otomatik olarak belirlenmektedir.

3.11 İzdüşümler

İzdüşüm, bir iş parçası unsurunu diğer bir unsur üzerine kopyalamaktır. Örneğin bir daireyi veya doğruyu bir düzlem üzerine veya bir noktayı doğrunun üzerine kopyalamak gibi.

Ölçme biliminde, izdüşüm, eş çalışacak parçaların birbirlerine nasıl takılacağını daha doğru biçimde ölçmemize izin verir.



Şekil 3.27 İzdüşümler [3]

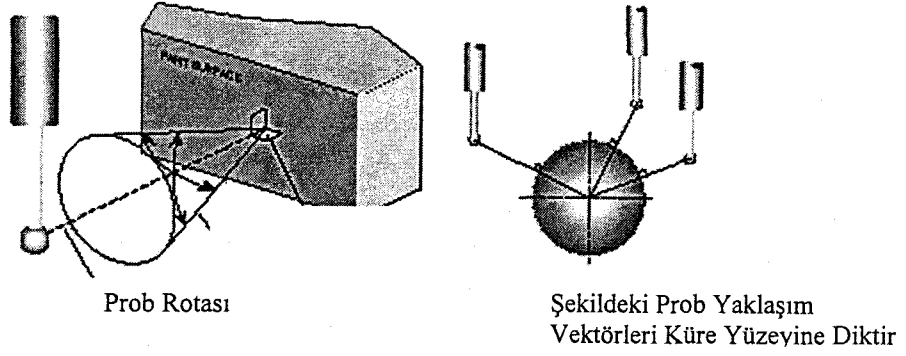
Otomotiv silindir ölçümlerinde (ör; motor blokları), kafa yüzeyi düzlemi içine silindirin iz düşürülmesiyle, pistonların silindir içine nasıl yerleştirileceği ve kafa noktasının yanma odasıyla buluşacağı ile ilgili belirleme tam olarak yapılabilmektedir.

Yukarıdaki şekilde, dairenin çapını ölçmek için minimum 3 noktaya ihtiyaç vardır ve bu noktalar deliğin üstünden aynı mesafede değillerse ölçülen çap eliptik olarak gösterilecektir.

Bu yanlış betimlemenin üstesinden gelmek için, ölçüm verisi eksene dik olan düzleme iz düşürülür. Sonuç bu iş parçası unsuru gerçek boyutunun tam belirlenmesidir. [3]

3.12 Etkili Prob Teknikleri Kullanımı

İş parçası tetkiki sırasında etkili prob tekniği kullanımıyla birçok genel ölçme hatası sebepleri bertaraf edilebilmektedir. Örneğin prob ölçümleri mümkün olduğunca iş parçası yüzeyine dik olmalıdır.

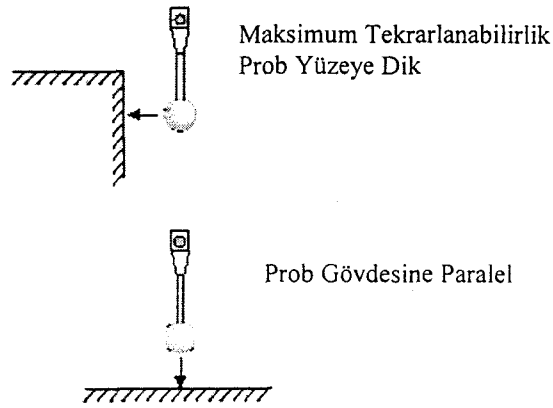


Şekil 3.28 İş parçasına prob yaklaşımları [3]

Koordinat ölçme makinalarında kullanılan dokunma tetikli problemleri, probun iş parçasına dik olarak dokunduğunda optimal sonuçları vermesi için tasarlanmıştır.

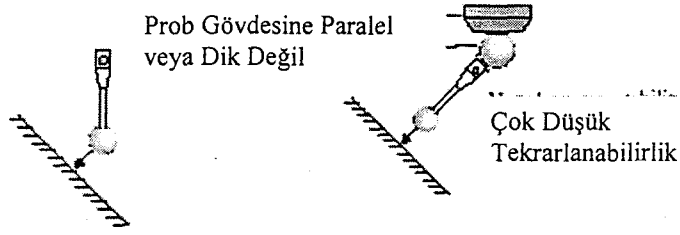
İdeal olarak, dokunuşlar $\pm 20^\circ$ içinde prob ucunu dik, kaydırmadan yapılabilmektedir.

Prob gövdesine paralel alınan prob dokunuşları, yani prob yörüngesinin ekseni doğrultusunda prob eksenine dik alınan kadar tekrarlanabilir değildir. (Şekil 3.29)



Şekil 3.29 Probu yüzeye dik ve paralel yaklaşımları [3]

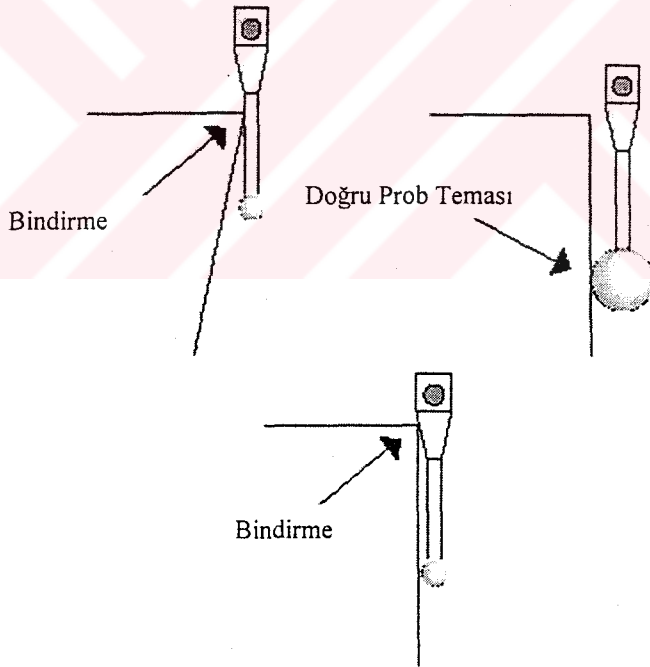
Prob gövdesine ne dik nede paralel olan prob dokunuşları, prob gövdesine paralel olanlardan daha az tekrarlanabilirlik sunmaktadır. (Şekil 3.30)



Şekil 3.30 Prob gövdesine eğik yaklaşım [3]

Prob dokunuşlarının iğne ucuna paralel olmasından ve de prob gövdesine açılı olmasından kaçınılmalıdır. Çünkü bunlar büyük hatalar üretmektedir.

Bindirme ise diğer bir ölçme hatası sebebidir.

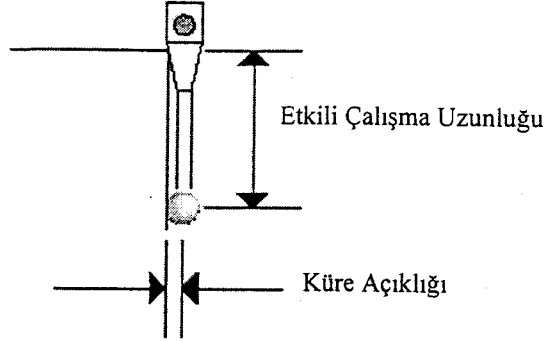


Şekil 3.31 Prob bindirmeleri [3]

Probun iş parçasıya teması, prob ucu yerine prob iğnesi ile olursa, ölçme sistemi dokunmanın normal biçimde olduğunu kabul etmekte ve büyük hatalar meydana gelmektedir.

Bindirme olasılığı, top / sap ve iş parçası yüzeyi arasındaki boşluğu arttırmak için, daha geniş çaplı uç kullanarak azaltılabilmektedir.

Genellikle, uç çapının artması, iğnenin iş parçası unsuruna dokunmadan evvel daha derine gidebilmesini sağlamaktadır. Bu probun etkili çalışma boyu olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 3.32 Prob etkili çalışma boyu [3]

Prob ucu ne kadar geniş olursa, kontak noktasının ölçülen özelliğin daha geniş bir alana yayılması yüzünden, parçanın yüzey finışı üzerinde o kadar az etkisi olmaktadır. Bununla beraber kullanılabilen en geniş uç, ölçülecek en küçük delik büyüklüğü ile sınırlıdır.

Ölçme noktaları, ya mekanik temasları kesmek, yada basınca duyarlı devreyi tetikleyebilecek yeterli kuvveti oluşturmak için, ucun yeteri kadar saptırıldığı durumlarda, elektronik prob ile kaydedilmektedir

Temasların fiziksel hazırlığı, gerçi bunlar prob kalifikasyonunda azaltılmakta, tamlıkta ufak hatalara sebep olmaktadır. Uzun prob ucu ilavesi (pre-travel error) hareket öncesi hataları arttırmakta ve prob kalifikasyonundan sonra daha fazla artık hata bırakmaktadır.

Uzun proplar kısalar kadar mukavim değildirler. Fazla uç eğilmeleri veya saptmalar, tamlığı azaltmaktadır. Probları uzun ekler ile kullanmaktan kaçınılmalıdır. [3]

3.13 CMM Sistemi Kullanarak Obje Geometrisi Belirlenmesi.

CMM tekniği, yapılan ölçme sırasında belirli obje yüzeyinde bulunan uzaysal koordinatların belirlenmesini içermektedir. Bu işlem, tarama probuyla, yüzey haritasını çıkarmak maksadıyla elde edilmektedir.

Bilinen geometrinin sonunda tekrarlanan noktalardan elde edilen koordinat değerleri bilgisayara kaydedilmekte, işlenen ölçme sonuçları formatlanmakta ve ölçülen yüzeylerin koordinatlarını içeren dosyaya yazılmaktadır. İşleme ve nakil için veriler noktadan noktaya ölçüm ve sürekli ölçümden (objenin gerçek dış çizgisi boyunca mevkilenen arda arda gelen noktaların taranması) meydana gelmektedir. Yüzey noktaları genellikle yüksek tamlıklı bir prob tarafından ölçülmektedir. (1-3µm siparişiyle) Bu noktalara geometrik özellikleri atamak yüksek tamlığı da muhafaza etmelidir. Bu sebepten, CMM programı, ölçme sonuçlarını işleyerek, bütün proste çok önemli rol oynamaktadır. Elde edilen sonuçlar çoğunlukla kullanılan prob ucu tipinden gelen hataya maruzdur. Düzensiz yüzeylerin ölçümü alındığında 10 - 100µm gibi hatalara ulaşılabilir. (Skalski vd., 1998)

3.14 Ölçme Sistemleri Analizi

Otomotiv kaporta kalitesini geliştirmek için, kuzey amerikalı imalatçılar subjektif fikirlerin yerini almak için daha fazla veri tabanını bir araya getirmektedirler. Bu yaklaşımın içinde, toplanan verinin kalitesini anlama ve bunun için ölçme sisteminin verimliliği kullanılmaktadır. Kullanılan yöntem kaporta ölçme sisteminin gücünü ve sınırlarını tayin etmekte ve bunların boyutsal değerlendirme stratejilerine etkisini incelemektedir.

İdeal bir ölçme sistemi master standartla tamamen örtüşen sonuçlar üretmektedir. Ne yazıkki bu gibi ölçme sistemleri çok nadirdir. Bu sistemler rutin olarak ölçme tesirleri ve çeşitliliği olan veriler üretmektedirler. Ölçme tesirleri ölçülen değerler ve daha hassas ölçme elemanı kullanımıyla elde edilen doğru değerler arasındaki sapmalardır. Ölçme çeşitliliği, aynı parçanın tekrarlanan ölçümleri için aynı değeri elde edememeyi anlatmaktadır. Otomotiv imalatçıları tipik olarak ölçü kabiliyeti çalışması, ölçü tekrarlanabilirliği ve yeniden üretilebilirliği çalışması ve otomotiv endüstrisi faaliyet grubu (AIAG: Automotive Industry Action Group) tarafından basılan "Ölçme Sistemleri Analizi" referans el kitabında belirtilen diğer analiz metodlarını kullanarak ölçme sistemleri çeşitliliğinin etkisini değerlendirmektedirler.

Ölçme sistemi, herhangi bir boyutsal değerlendirme prosesinde kritik bir rol oynamaktadır. Otomotiv kaportası konusunda bunun rolü bilhassa etkindir. Kaporta imalatçıları bütün unsur parçalarını, noktalar arası izafi mesafelerden ziyade mutlak uzayda X,Y,Z koordinatları kullanarak ölçmektedirler. Mutlak uzay ölçümleri özellikle açılı yüzeyler için daha karmaşıktır. Bunlar ağırlıkla, parçaların rijit bir şekilde tutturulması için zor olan parça konumlandırma sistemine veya referans tarzına bağlıdır. İmalatçılar ölçü kabiliyeti talepleriyle buluşmak için sıklıkla parçayı aşırı yüklemek zorundadırlar. Parçayı taşıyan fikstüre konumlandırıcı eklemek veya çıkartmak özel parça unsuru için boyutsal niceliği ve çeşitliliği dikkat çekici bir şekilde değiştirebilmektedir. Bazı durumlarda ölçme sistemi gerçek boyutsal problemleri belirlemek için yetenek limitlerine etki eder, bazı ortalama sapmalar gibi kesme kalıplarından çok parça tutturma sistemlerine atfolunur.

Kaporta ölçüm sistemleri tipik olarak yeterli derecede düşük ölçüm hatası vermektedirler, ölçme tesirleri şartlarında sınırlamalara sahiptirler. Preslenen sac parçaların rijidite eksikliği imalatçıların standart parça konumlama prensiplerini ihlal etmelerini gerektirmektedir. Gerçi bu prensiplerin ihlal edilmesi ikincil konumlayıcıların eklenmesiyle ölçüm çeşitliliğini azaltmakta ve aynı zamanda ölçme tesirleri de yaratmaktadır. Diğer bir deyişle, ölçme fikstürlerinde parça unsurlarının konumu montaj takımlarında parça pozisyonlamada aralarında uygunluk sağlamayabilir. İmalatçılar sadece ölçüm değerlendirmesine ait parça karakteristiğini değerlendirmemeli aynı zamanda montaj prosesiyle ilgili ilişkisini de değerlendirmelidirler. [1]

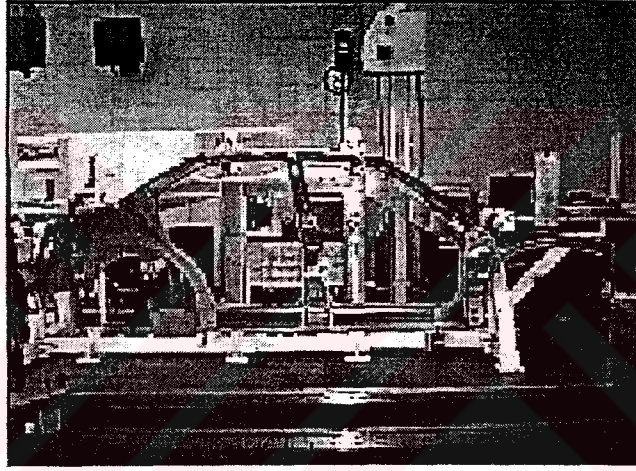
3.15 Kaporta Ölçme Sistemleri

3.15.1 Ölçme Sistemleri Uygulamaları

Otomotiv kaportaları ve onların kesilmiş elemanlarını ölçmek için çok geniş olarak kullanılan sistemler fikstür kontrolleri ve koordinat ölçme makinaları CMM'ler dir. Daha önce de belirtildiği gibi CMMler hem mekanik hemde optik olabilirler. Mekanik CMM ler genellikle sabittir. Bununla beraber portatif CMM lerin kullanımının gittikçe arttığı gözlenmektedir. Şekil 3.33 fikstür kontrolü ve sabit koordinat ölçme makinasını göstermektedir.



Şekil 3.33 Kaporta yan kısmı kontrol fikstürü [1]



Şekil 3.34 Kaporta yan kısmı ve CMM [1]

Özel ölçme sistemlerinin kullanılması uygulama ve ölçme maksadının genişliğine bağlıdır. Tipik olarak, imalatçılar koordinat ölçme makinalarını daha geniş, birçok boyutsal kontrolü gerektiren karmaşık parçalarda kullanmaktadırlar.

Koordinat ölçme makinalarının sabit sistemlerinin çevresel kontrollü odalarda olması en yaygın olanıdır ve en fazla tamlığa ve tekrarlanabilirliğe sahiptir.

Diğer yararları, boyutsal kontroller eklenmesi durumunda esnekliği ve otomatik programlar kullanarak kontrol edilebilmesidir ve bu münasebetle halihazırdaki ölçme personeli ihtiyacını azaltmasıdır.

Portatif CMM ler sabit CMM lerden daha esnektir, çünkü ilave boyutsal kontroller programlama gerektirmez ve prosese hareket ettirilebilirler. Bu esneklik imalatçıların presleme denemesi sırasında problem çözümüne izin vermektedir. Bazı imalatçılar bunları montaj-takım (assembly-tooling) konumlayıcılarını ölçmek için atölyede (shop floor) kullanmaktadırlar.

Portatif CMM lerdeki ana endişe geniş parça örneklerinin parça karakteristiklerinin kesin konumlarının ölçülmesindeki sınırlamalardır.

Bunlar aynı zamanda operatör kuvvetlidir. Bu sebeplerden dolayı portatif CMM ler öncelikle yalnız bir veya iki parça ölçmek için kullanılmaktadır.

Kaporta imalatında kullanılan diğer bir koordinat ölçme makinası tipi optik versiyondur (OCMM). Tipik olarak bu makineler düşük zaman döngüsünün izin vermesinden dolayı, imalat hızlarında on-line ölçüm için kullanılmaktadır. Bu online CMM ler gerçek-zaman'ı yapmakta, kaporta tetkikini %100 yapmakta ve ana alt montajları mümkün kılmaktadırlar. OCMM ayrıca karmaşık şekilli montajların özel CMM kontrol odasında transport genişliğinin sonucu olan malzeme taşıma problemini elemine etmektedir. Bununla beraber OCMM lerdeki kaygı onların tamlık veya ölçme tesirleridir.

İmalatçılar OCMM in gerçek ölçüm göstergelerini (verdiği değerleri) CMM verileri ile ayarlamak (düzeltmek) için sıklıkla ortalama sapmaları programlamaktadırlar. Tamlık neticeleri çoğu kez imalat şartlarında, gölge etkilerini de içeren kamera açısı ve çevre kontrolünden oluşan problemlerdir. OCMM ler ile ilgili diğer bir potansiyel problem parça konumlamadır. Bazı OCMM kullanıcıları parçaları konumlayıcı delikleri ve yüzeyleri ölçerek matematiksel olarak sıraya koymaktadır. Daha sonra parça karakteristikleri bu veri tarzına göre referanslanmaktadır.

Neyazıkkı, matematiksel sıralama bazındaki parça ölçümleri çoğu zaman fikstür ölçümlerinden konumlayıcı delik çarpılmaları, fikstürlerde tutturma esnasında veya ağırlık etkisiyle parça hareketinden dolayı olan problemlerden dolayı farklıdır.

Gerçi koordinat ölçme sistemleri çok büyük esneklik ve veri toplama verimliliği sunmakta, çoğu zaman pres atölyelerinde proses kontrolü için kullanılmamaktadır.

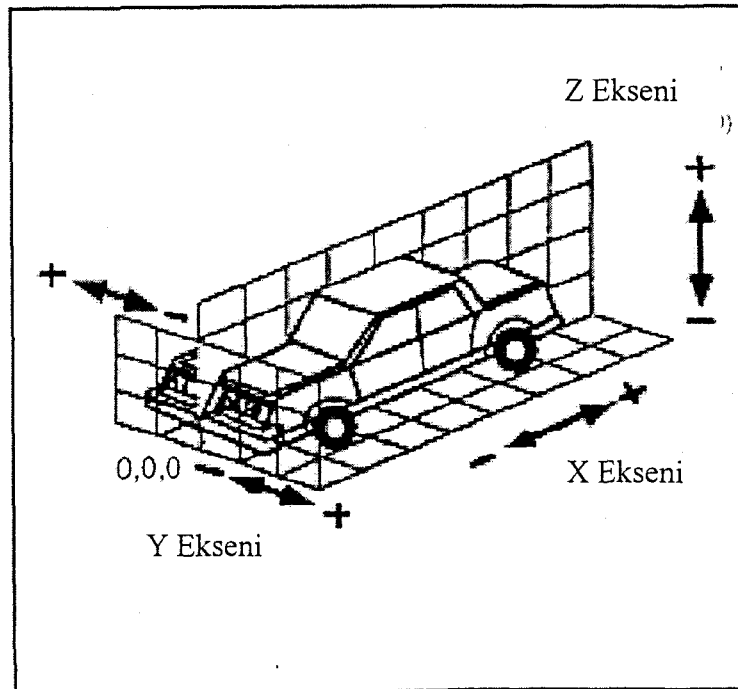
Genellikle, OCMM ler geniş alanlı presleme uygulamalarında çok pahalı ve pratik olmadığı düşünülmektedir. CMM lerin, uzun proses zamanından dolayı, ufak boyutlu preslenmiş parçalar için pratik olmadığı düşünülmektedir. CMM proses zamanı özel kontrol odasına taşınmayı, ölçme makinasının ölçüm için müsait olmasını beklemek için geçen zamanı,

kuruluş zamanını ve makina döngü zamanını içermektedir. Uzun CMM proses zamanı proses kontrolü verimliliğini azaltan, ölçme bilgisi geri beslemesini geciktirmektedir.

Bir çok imalatçı preste şekillendirilen parçaların proses kontrolü için sıkı kontrol fikstürlerine güvenirlir. Fikstür kontrolünün prensip avantajı imlatçıların bunları presin yanına veya alt montaj (sub-assembly) hatlarına konumlandırılabilmesidir. Böylece proses performansında hızlı geri besleme sunmaktadır. İmalatçılar için kontrol fikstürleri kullanma prensibi maliyet ve ölçme kapasitesidir. Kontrol fikstürleri genellikle CMM taşıyıcı fikstürlerinden daha fazlaya mal olmaktadır. Ölçme kapasitesi şartlarında, kontrol fikstürlerinin koordinat ölçme sistemlerinden daha az tamlık ve tekrarlanabilirlik içerdiği sayılmaktadır. [1]

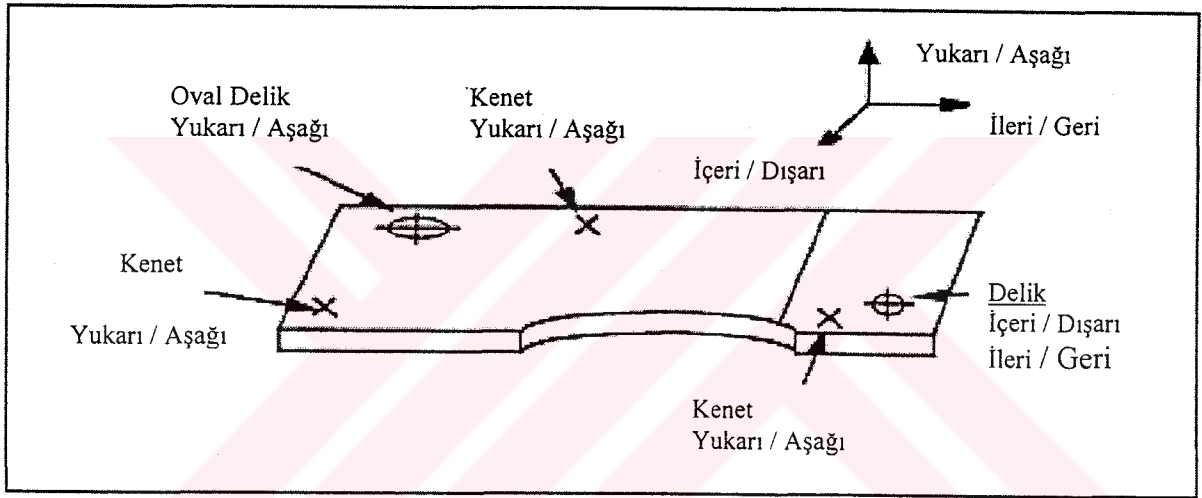
3.15.2 Parça Konumlama Sistemi

Ölçme sisteminin ana elemanı parça referansı veya konumlama sistemidir. Ölçme teknolojisine aldirmayarak, hemen hemen bütün parça ölçümleri geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma da tarif edilen parça veri planına ilişkindir. Bu veri planları kaporta koordinatlarını kullanarak bütün parça yüzeyleri ve unsurları için referans sistemi sunmaktadır. Altteki Şekil 3.35 tipik kaporta koordinat sistemini açıklar. Bu sistem geleneksel X, Y ve Z yön tayininin ön taraf/arka taraf (X), iç/dış (Y) ve üst/alt veya yüksek/alçak (Z). Arabanın 0,0,0 noktası önu, alt, merkez pozisyonudur.



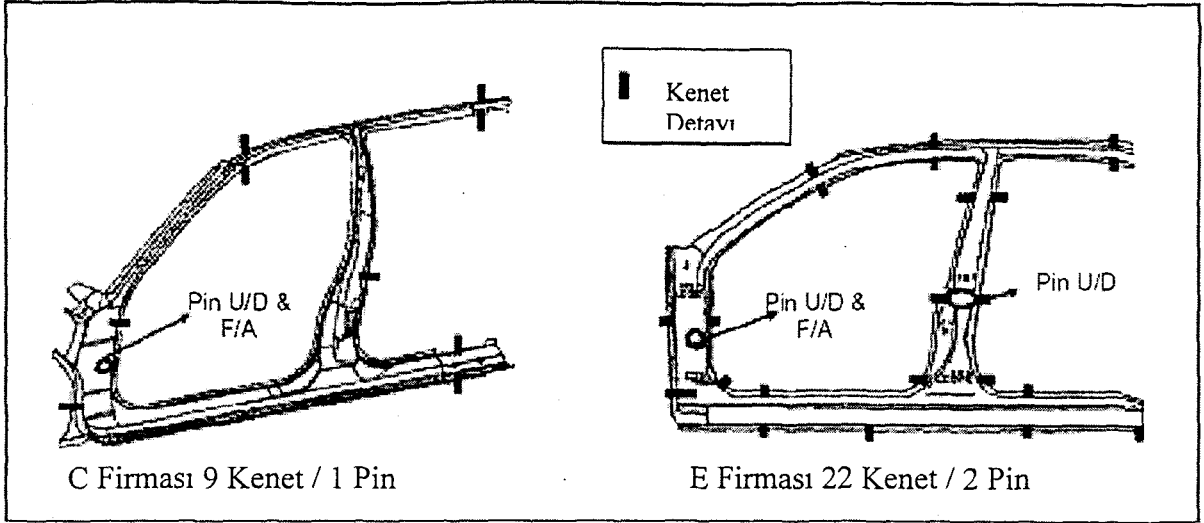
Şekil 3.35 Araba kaportası koordinat sistemi [1]

Taşıyıcı fikstürler ölçme sistemlerinde ve montaj operasyonlarında kullanılmakta, genellikle parçayı pozisyonlamak için 3-2-1 konumlama planını kullanmaktadırlar. Bu plan altında üç konumlayıcı parçayı, birincil düzlem veya yönde pozisyonlamakta, daha sonra iki konumlayıcı parçayı bir konumlayıcıyı üçüncü yön için bırakarak ikinci yönde konumlamaktadır. Bu yaklaşım parçayı üç boyutlu uzayda sabitlemekte ve altı dereceli serbestlik tahdidi sağlamaktadır. Bazı parça tasarımları için, imalatçılar iki küresel bacak, bir tutucu dairesel delik ve diğer bir dişli yiv kullanarak ikincil ve üçüncü yönler için üç konumlayıcının yönünü almaktadırlar. Bacak parçayı iki yönde konumlamaktadır, iç/dış ve ön/arka. Oval delik (slot) ikincil yön için diğer konumlayıcı olmaktadır. Aşağıdaki Şekil 3.36 delik/dişli yiv kombinasyonu kullanımının 3-2-1 prensibinde şematik sunumudur.



Şekil 3.36 3-2-1 Konumlama düzeni [1]

Bir çok preslenmiş parçalar ve montajlar için rijitlik ihtiyacı, imalatçıları sıklıkla 3-2-1 konumlama planını çığnemeye ve parçaları satbil ve tekrarlanabilir usulde pozisyonlamak için ek konumlayıcılar kullanmaya zorlamaktadır. Sonuç olarak, sac parçaları konumlama planı bazen n-2-1'i işaret etmektedir. n bir parçayı ana düzlemde pozisyonlamak için üç veya daha fazla konumlayıcı ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Ek sınırlama numaraları imalatçılar arasında çeşitli büyüklükte olabilmektedir. Örneğin aşağıdaki Şekil 3.37, iki imalatçının aynı kaporta parçası dış tasarımını göstermektedir.



Şekil 3.37 C Firmasına Karşı E Firmasının Konumlayıcı Kenet Sayısı [1]

C firmasının iç/dış yönünde 10 ana konumlayıcısı, buna karşın E firmasının 20 tane vardır. [1]

4- ÖLÇÜ VE BİÇİM TAMLIĞI ANALİZİ

4.1 İmalat Doğruluğunun Temelleri

Modern endüstri parçaları, makinelere, ünitelere veya ekipmanlara bu parçaların alıştırma operasyonunu yapmaya gerek duymayan akış tipi “seri imalat” montajı tabanıdır. Bu endüstriyel devriminin ilk günlerindeki durum değildir. Makinaların veya eşyaların bireysel olarak yapıldığı ve montaj edildiği ve her zaman bu alıştırmaları yapacak kişilere ihtiyaç vardı. Ayrıca bu kişilerin parçaları montajlamadan evvel son düzeltmeleri yapmak için eğeleme yapmasına ihtiyaç vardı.

19. yy başlangıcında seri imalat montaj tekniğinin tamamlanmamış şekli Eli Whitney’in Birleşik Devletler hükümetinden kısa bir zaman periyodunda imal edilmesi gereken 10000 tüfek siparişini almasıyla geliştirilmiştir. Her bir tüfeğin parçaları, farklı çalışanlar tarafından ayrı ayrı imal edilmiştir. Her bir çalışan aynı parçanın geniş sayılarda imaline atanmıştır.

Bu sırada, bu parçaların boyutları kesin limitler içinde tutulmaktaydı ve bu şekilde parçaları değiştirmeyi ve eş karşı parçaları takmayı mümkün kılmaktaydılar. (Wakil, 1996)

4.2 Ölçme Kabiliyeti

4.2.1. Kontrol Fikstürü Verisi İçin Ölçme Kabiliyeti

Ölçme sistemleri çeşitliliğe tabidir ve bu yüzden, prosesin boyutsal analizi önce ölçüm yeteneğinin değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bir çok imalatçı R&R ölçme çalışması kullanarak kabiliyeti değerlendirmektedir. Ölçü tekrarlanabilirliği (gage repeatability) ölçmedeki bir operatörün, aynı parçaların özdeş karakteristiğini ölçmek için aynı ölçme aletini kullandığında elde edilen çeşitliliği göstermektedir.

Ölçü yeniden üretilebilirliği (gage reproducibility) farklı operatörler tarafından aynı parçaların özgün karakteristiklerini ölçmek için, aynı ölçme aletini kullanarak yapılan ölçümlerin ortalamalarındaki çeşitliliği göstermektedir. Toplam ölçü çeşitliliği (4.1), tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirlik bazındadır. Ölçüm aletlerinin kapasitesini hesaplamak için imalatçılar tipik olarak ölçü çeşitliliği sınırını tahmini $5.15 \times \sigma_{\text{gage}}$, toleransı (4.2) eşitliği yardımıyla karşılaştırmaktadırlar.

$$\text{Toplam Ölçü Kabiliyeti} : \sigma_{ölçü} = \sqrt{\sigma^2_{tekrarlanabilirlik} + \sigma^2_{yenid. üretilebil}} \quad (4.1)$$

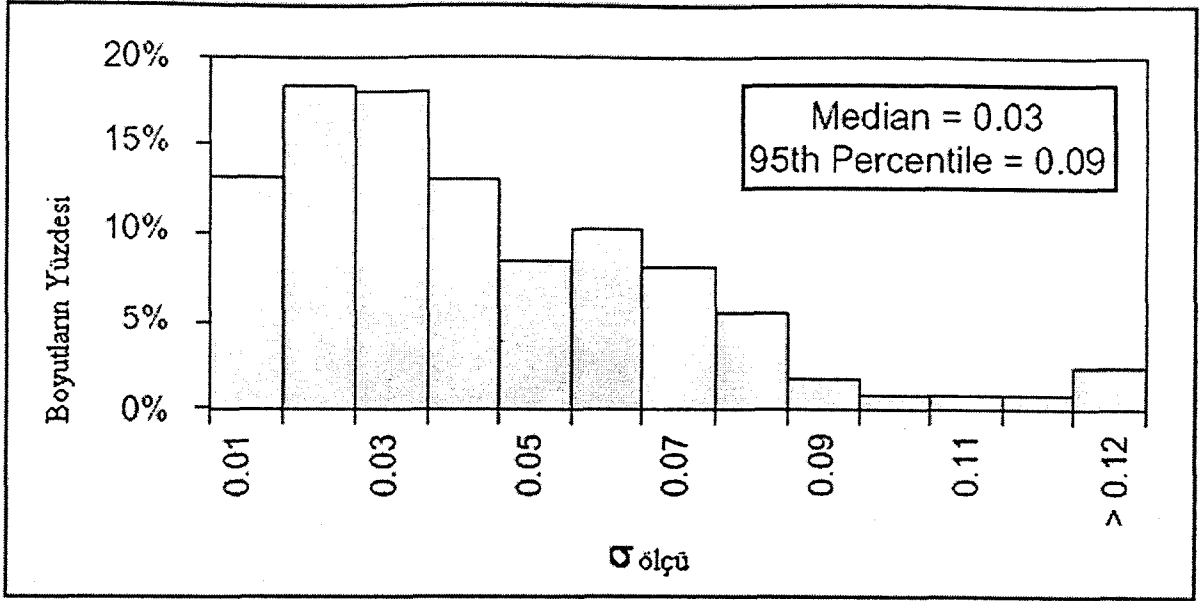
$$\% \text{ Ölçme Aleti Kabiliyeti (Gage R \& R)} = \frac{5.15 \sigma_{ölçü}}{\text{Tolerans}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Ölçü kabiliyetini tayin etmek için, otomotiv endüstrisi tipik olarak %30 kuralını kullanmaktadır. Bu kural, ölçü çeşitliliği sahası bir parça boyutu için ölçü R&R <30% veya toplam toleransın %30 undan küçük olmak zorunda olduğunu belirtmektedir. Örneğin, bazı parça karakteristiği için tolerans +/- 0.7 mm ise ölçü standart sapması 0.8 mm den küçük olmak zorundadır. ($30\% \times 1.4/5.15 < 0,08$)

Aşağıdaki Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1 A/SP tarafından yapılan üç durum çalışmasından karşılıklı birçok parçanın ölçü çeşitliliğini özetlemektedir.

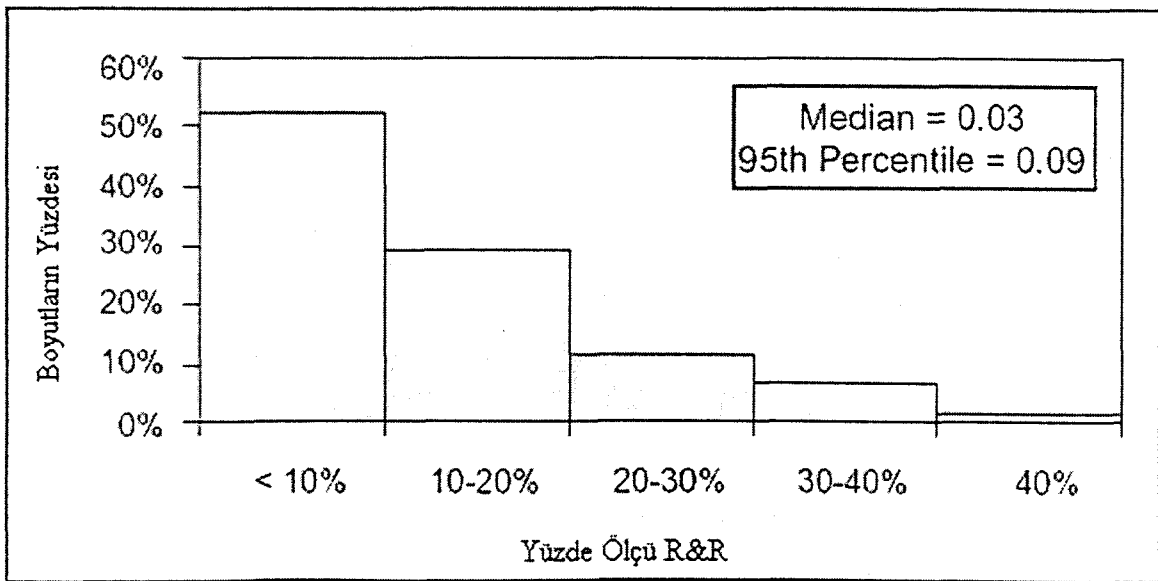
Çizelge 4.1 İmalatçıların ölçü çeşitliliği [1]

Durum Çalışması	Parça Sayısı / (Boyut Sayısı)	Medyan $\times \sigma$ ölçü	95th Percentile $\times \sigma$ ölçü
I	4(34)	0.04	0.06
II	61(428)	0.03	0.11
III	12(309)	0.03	0.07
Tümü	77(771)	0.03	0.09



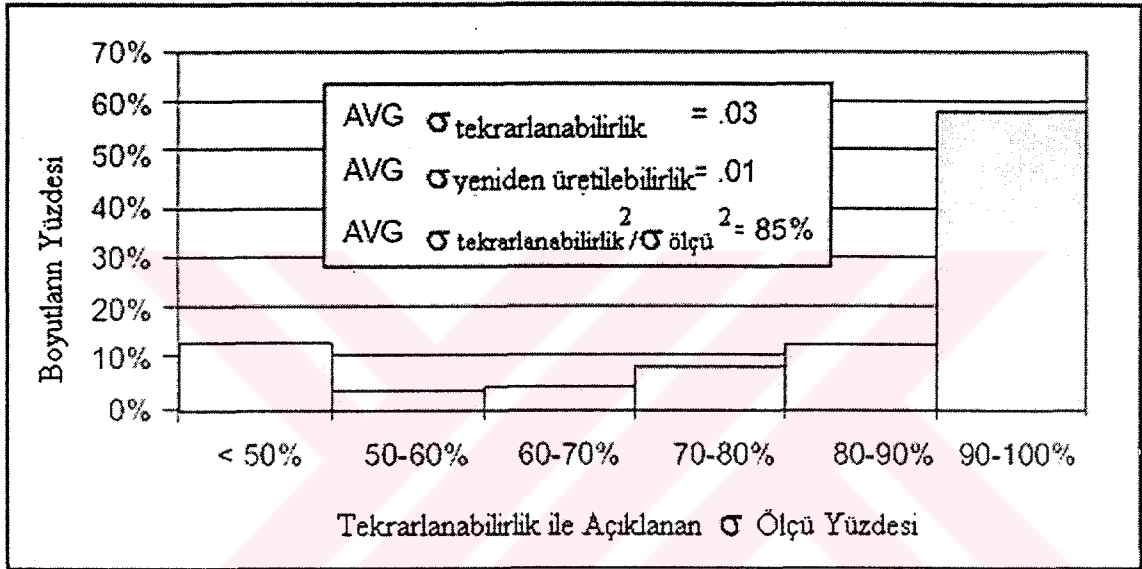
Şekil 4.1 Kontrol fikstürleri için ölçü standart sapması [1]

Baştan başa, bu çalışmalar, imalatçıların ölçü çeşitliliğinin benzer seviyelerini elde ettiklerini ortaya koymaktadır. Not olarak, gerçi II. Durum çalışması %95 ten daha yüksek bir değere sahipti. Bu benzer sigma medyan ölçüsü göstermektedir. Bu durum çalışmasının dikkate değer bir şekilde fazla parçayı hesaba katmasından dolayı muhtemelen en iyi ölçü hatası dağılımı tahminini sunmaktadır. Aşağıdaki Şekil 4.2, Şekil 4.1 de sunulan 700 parça boyutu için ölçü kabiliyeti dağılımını göstermektedir.



Şekil 4.2 % Ölçü R&R dağılımı (Hedef < 30%) [1]

Boyutların %90'ından fazlası ölçü R&R'nin %30'dan az olduğunu belirtmektedir. Ek olarak, boyutların %50'sinden fazlasının %10'dan düşük ölçü R&R'sine sahiptir. Gerçi işin tabiyatında olan ölçü çeşitliliği genellikle kabul edildir, boyutların küçük bir yüzdesi hala ölçü hatası içermektedir. Bir sonraki adım, ölçü çeşitliliğinin hangi iki elemanın tekrarlanabilirliğinin mi yoksa tekrar üretilebilirliğinin mi ölçü uyumsuzluğu oranında en büyük sebep olduğunun belirlenmesidir. Aşağıdaki Şekil 4.3'deki veri, III. Durum çalışması tabanıdır, %85'e yakın gözlem ölçü hatasının tekrarlanabilirlik simgesi olabileceğini belirtmektedir.



Şekil 4.3 Tekrarlanabilirlik hatasıyla açıklanan ölçü çeşitliliği yüzdesi [1]

Bu ölçü 5 tekrarlanabilirlik hatasının temel sebebi fikstürde yükleme/boşaltma parçaları ve değişkenlik olmayan ölçme probuyla ilgilidir. Parça fikstüre yerleştirildiğinde, ölçme problemleri, ölçüm denemeleri arasında yükleme/boşaltma olmadan 0.01mm den az σ tekrarlanabilirlik'e sahip ve çok tekrarlanabilirlerdir. [1]

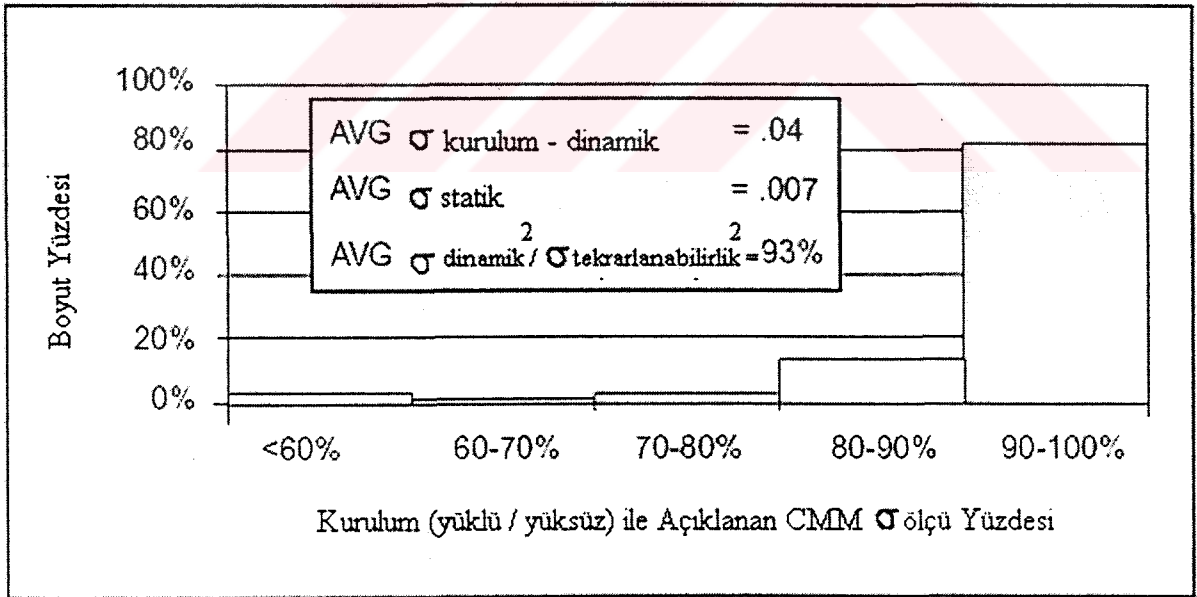
4.2.2 CMM Verisi için Ölçü Kabiliyeti

CMM'in kabiliyetini ölçmek, kontrol fikstürününkinden bir parça farklılık göstermektedir. CMM ölçümleri otomatik programlar kullanılması nedeniyle, imalatçılar genellikle operatör veya tekrar üretilebilirlik etkisiyle ilgilenmemektedirler. Bu örnekte CMM için ölçü çeşitliliği öncelikle tekrarlanabilirlikten meydana gelmektedir. Bazı imalatçılar, bununla beraber CMM

ölçü tekrarlanabilirliğini statik tekrarlanabilirlik ve dinamik tekrarlanabilirlik olarak bölmektedirler. Dinamik tekrarlanabilirlik, veya kurulum hatası, ölçme testleri arasında yüklemeli ve yüklemesiz olarak aynı parçada aynı ölçüyü kullanarak, belirli (özdeş) parça karakteristiklerini ölçme yeteneğini temsil etmektedir. Statik tekrarlanabilirlik durumunda parça ölçme testleri arasında yüklemeli veya bağlanmamıştır. Bu sebepten, statik tekrarlanabilirlik ölçme aletlerinde saf hatayı temsil etmektedir. CMM ölçü tekrarlanabilirliğinin kırılması eşitlik (4.3) kullanılarak matematiksel olarak temsil edilmektedir

$$\text{CMM ölçü hatası} : \sigma_{\text{tekrarlanabilirlik}} = \sqrt{\sigma^2_{\text{statik}} + \sigma^2_{\text{kurulum-dinamik}}} \quad (4.3)$$

Aşağıdaki Şekil 4.4 CMM tekrarlanabilirliğini statik ve dinamik tekrarlanabilirlik içinde ayırmaktadır. Bu veri, tutucu fikstürdeki parçanın yüklemeli/yüklemesiz veya kurulumuna bağlı dinamik tekrarlanabilirliğinin CMM ölçü hatasının ana kaynağı olduğunu belirtmektedir. Bu noktada %90 dan fazla tekrarlanabilirlik hatası $\sigma_{\text{tekrarlanabilirlik}}$ parçanın ölçme testlerinde yüklemeli ve yüklemesiz olmasına atfedilebilir.



Şekil 4.4 Statiğe karşı dinamik CMM ölçü tekrarlanabilirliği hatası [1]

Sonraki adım CMM'in tekrarlanabilirliğinin kontrol fikstürleri veya hard gages ile karşılaştırılmasıdır. Tanımlayıcı parçalar ve taşıyıcı fikstürler veri tabanında bu karşılaştırmaları yapmak mümkün değildir. Bundan dolayı aşağıdaki analizler A/SP tarafından ölçme sistemleri genel karşılaştırması olarak sunulmuştur. Aşağıdaki Çizelge 4.2, dört imalatçı firmanın bütünleşik veya tek parça kaporta kısmı dış paneli için tekrarlanabilirliği özetlemektedir. Bu veriler şunu göstermektedir ki, basit tutturma stratejileri için ölçü tekrarlanabilirlik hatası CMM den sadece biraz daha iyidir.

Bu veriler aynı zamanda daha fazla aşırı yüklemeli taşıma fikstürü kullanımının, ölçü hatasını azaltma şartları altındaki ölçme teknolojisinden daha fazla etkiye meyilli olduğunu göstermektedir. Örneğin, A ve B şirketleri benzer bir-parça kaporta detayına sahiptirler, bütünleşik çeyrek paneller ile, B şirketindeki CMM ölçü tekrarlanabilirlik hatası A şirketinden daha yüksektir. Bir taraf de, B şirketi dikkate değer bir şekilde kendi ölçme fikstürlerinde daha az tutucu kullanır, 5'e karşı 11 çapraz araba tutucusu gibi.

Çizelge 4.2 Bir Parça Kaporta Kısımları İçin Kontrol Fikstürü Ölçü tekrarlanabilirliğine karşı CMM [1]

Şirket	Ölçme Sistemi	# Karşılıklı Kenet	Medyan	% 95
			$\sigma_{\text{tekrarlanabilirlik}}$	$\sigma_{\text{tekrarlanabilirlik}}$
A	CMM	11	0.04	0.06
B	CMM	5	0.04	0.13
C	Kontrol Fikstürü	10	0.05	0.08
D	CMM	17	0.01	0.03

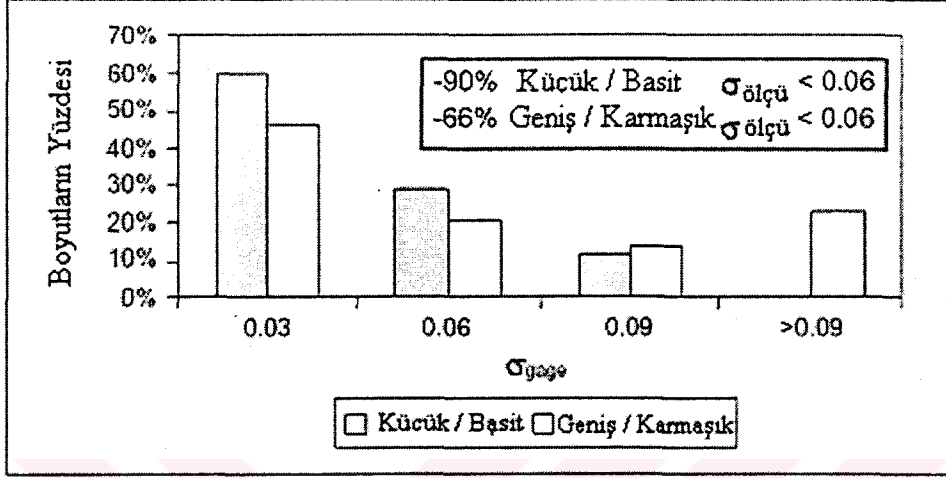
(Not: Bu tablodaki C Firması için belirtilen kaporta kısmı bir önceki tablodan farklıdır.)

4.3. Ölçme Sistemi Analizi

Ölçme sisteminin değerlendirilmesindeki temel soru ölçü analizinin parça karakteristiğinden ayrılıp ayrılmadığıdır. Bazı imalatçılar ölçü kabiliyetinin değerlendirilmesinin parça unsurlarından bağımsız olması gerektiğini iddia etmektedirler. Bu noktada, imalatçılar ölçme kabiliyetini ölçmek için ikincil (yan, alt) parça karakteristiklerini kullanmaktadır. Ne yazık ki, ölçü hatasının dağılımı, bu stratejinin desteklenmediğini daha evvelden göstermektedir. [1]

4.3.1 Ölçü Hatası ve Parça Tipi

Aşağıdaki Şekil 4.5, geniş/karmaşık ve ufak/basit parçaların ölçü çeşitliliği dağılımını karşılaştırmaktadır.



Şekil 4.5 Küçük/basit ve geniş/karmaşık parçaların ölçü hatası dağılımı [1]

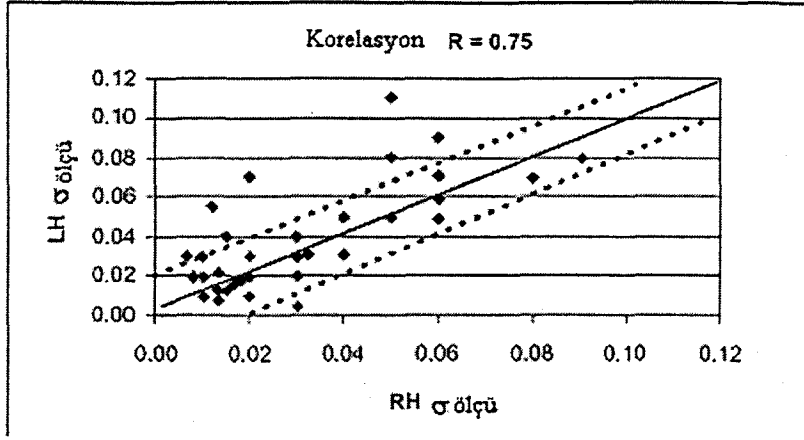
Geniş / karmaşık parçalar ufak / basit parçalardan daha geniş ölçü çeşitliliği dağılımına meyillidir. Bu farklılığın bir sebebi ölçme sistemi tutucularının bireysel ölçü karakteristiğine etkisidir. Ufak / basit parçalar tipik olarak temel 3-2-1 yaklaşımı kullanılarak zorlanabilmektedir. Bu durumda, tutturma etkisi dikkate değer bir şekilde ölçü hatası etkisi meydana getirmemektedir. Geniş / karmaşık parçalar için, bununla beraber, ek tutturucu kullanımı (n-2-1) parça içindeki belirli bölgesel alanlardaki ölçü hatasını dikkate değer bir şekilde düşürebilir.

Örneğin, stabil (sabit) bölgelerdeki boyutlar, ya konumlayıcı tutucuların yakınlığından dolayı yada konumlanan parça alanlarının rijitliğinden dolayı, sıklıkla, stabil olmayan alanlardan daha az ölçü çeşitliliğine sahiptir. [1]

4.3.2 Ölçü Hatası ve Boyutsal Karakteristikler

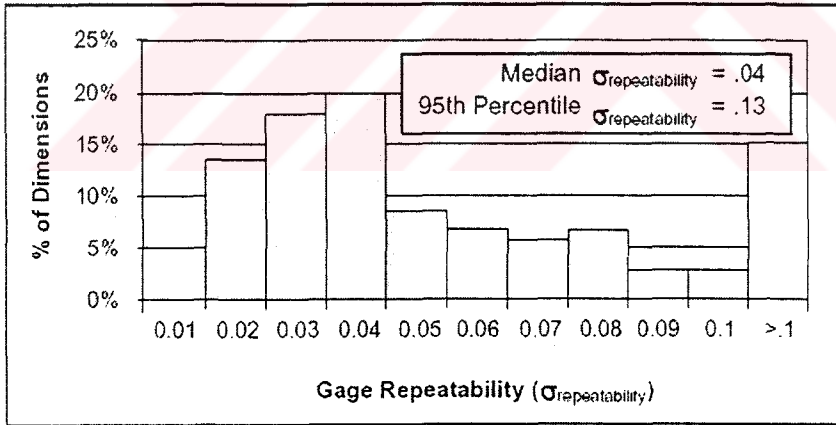
Şekil 4.6, on tane sağ ve sol ayna imajı elemanlarının her bir boyutu için ölçü çeşitliliğini karşılaştırmaktadır. Şayet ölçü hatası, ölçülen karakteristiklerden tamamen bağımsızsa sağ ve sol ayna boyutları arasında düşük korelasyon beklenebilir. Şekil 4.6, bununla beraber, dikkate

değer bir şekilde $R=0.75$ korelasyonu göstermekte, ölçü hatası ve bireysel parça karakteristikleri arasındaki ilişkiyi belirtmektedir.



Şekil 4.6 Sağ ve sol koordinatlı boyutlar için ölçü hatası korelasyonu [1]

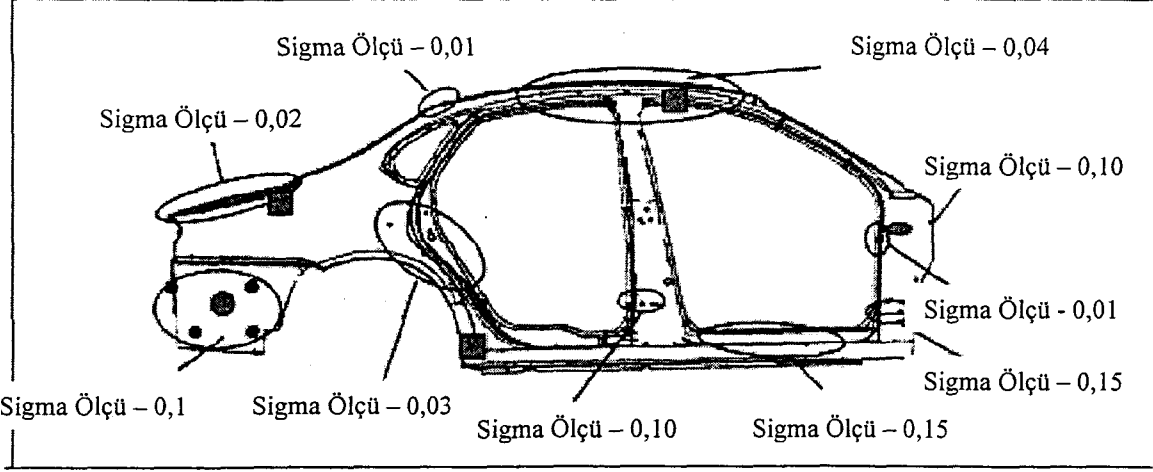
Gerçi tek parça içinde, ölçü hatasında epeyce çeşitlilik bulunabilmektedir. Aşağıdaki Şekil 4.7, B şirketinin nisbeten zorlanmış kaporta kısmı için ölçü hatasını göstermektedir.



Şekil 4.7 Dış panel tek gövde parçası için CMM ölçü çeşitliliği grafiği (105 parça bazında) [1]

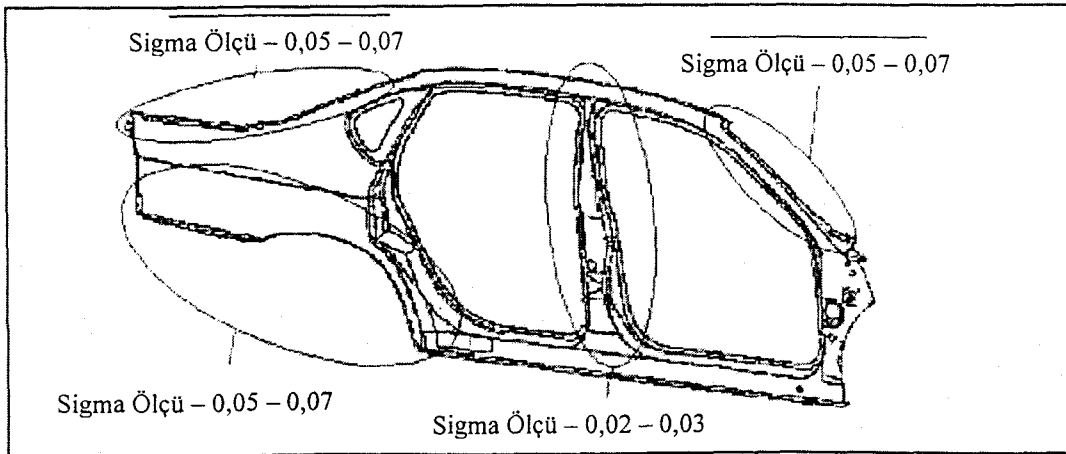
Bu bağımsızlık kusurunu daha ileri incelemek için, Şekil 4.8 dış kaporta kısmı parça konumlama kenet (clamp) leriyle ilişkili olan dış kaporta kısmı için yüksek ve düşük ölçü çeşitliliği alanlarını izah etmektedir. Tekrar, kesin boyutların neden daha yüksek ölçü çeşitliliğine sahip olduğunu anlatmak için baskın teori kesin bölgesel alanlardaki parça sınırlamasıdır ve ölçme teknolojisi değildir. Bu kaporta kısmı için, kenetlere yakın

konumlanmış bu alanlar zorlanmış ve 0.01 den 0.04E düşük sigma gage measurements göstermektedirler. Tersine olarak, daha az zorlanmış olan parça alanları dikkate değer bir şekilde daha geniş gage measurements göstermektedir, 0.15 kadar yüksek.



Şekil 4.8 Referans düzenine karşı yüksek ölçü hatası [1]

Şekil 4.9, diğer bir kaporta dış kısmı dış paneli için ölçü hatası ve bölgesel parça rijitliğini göstermektedir. Bu şekil aynı zamanda ölçü hatasının ölçülen parça karakteristiklerinden bağımsız olmadığını göstermektedir. Güçlükle şekillendirilen alanlardaki daha stabil boyutlar, B-dirsek gibi, arka çamurluk ve tekerlek yuvasındaki düşük satbil ölçüm alanlarından daha düşük ölçü çeşitliliği göstermektedir. Bu daha büyük ölçü çeşitliliğinden dolayı, geniş/karmaşık parçaların düşük rijit alanları tipik olarak bu daha stabil ölçme alanlarından dah büyük parça çeşitliliğine sahiptir.



Şekil 4.9 Parça bölgesinden ölçü hatası [1]

4.3.3 Boyutlandırma ve Parça Konumlama Sisteminin GD&T Tamlıya Etkisi.

Tekrarlanabilirlik ve tekrar üretilebilirliğe ek olarak, CMM veya kontrol fikstürü için, imalatçılar boyutsal ölçme tesirlerini de değerlendirmeleri gerekmektedir. Örneğin, gözlenen ölçme ortalamaları tesirlerinin tam olarak kendi doğru ortalamalarını yansıtıp yansıtmadığını denemelidirler. İmalatçılar paneli stabil bir pozisyonda tutmak için sıklıkla 3-2-1 konumlama tarzının ötesinde ek tutucular (kenetler-clamps) kullanmaktadırlar. Daha önce de belirtildiği gibi, bu yaklaşım kesin boyutlar için ölçme tesirlerini ortaya çıkarabilmektedir.

Bu tesir doğru ortalamadan gözlenen ortalamanın sapmasıdır. Geleneksel olarak imalatçılar parça karakteristiği gerçek ortalamasını daha etkili ölçme ekipmanları kullanarak tayin etmektedirler.

Bununla beraber verilen presleme ölçümlerine parça konumlama sisteminin yegane etkisidir. Kaporta imalatçıları montaj operasyonlarında doğru oranı belirlemek için parça pozisyonlamayı dikkate almaktadırlar.

İmalatçılar kaporta imalatında GD&T yi kullanmaktadırlar, çünkü parça pozisyonlama veya geçme parça boyutlarının konumu gerçek parça boyutu kadar kritiktir. Bundan dolayı kaporta ölçme sistemleri, montaj zamanında tam olarak parça pozisyonu karakteristiğini yansıtan boyutları ortaya çıkarmak için çalışmak zorundadır, geçme flanş gibi.

Montaj fikstürleri ve detay ölçme fikstürleri arasındaki uyumsuzluk ölçme verisi ve montaj zamanındaki parça pozisyonlaması ayrılığı sonucudur. Bu ayrılıkların çoğu parça veri tarzları ile ilgilidir. Parça tutucu fikstürler 3-2-1'in ötesinde ek kenetler kullanırlar ve kenetleme sırasında geçici parça bükülmesi ile sıklıkla ölçme tesiri yaratmaktadır. Bu bükülme, bir boyutu, hedefinden veya normal spesifikasyonundan uzağa veya hedefine yada nominal değerine doğru değiştirebilmektedir. Bundan dolayı, boyut için gözlenen ortalama gerçek pozisyona artı fikstür etkisine aksedebilir.

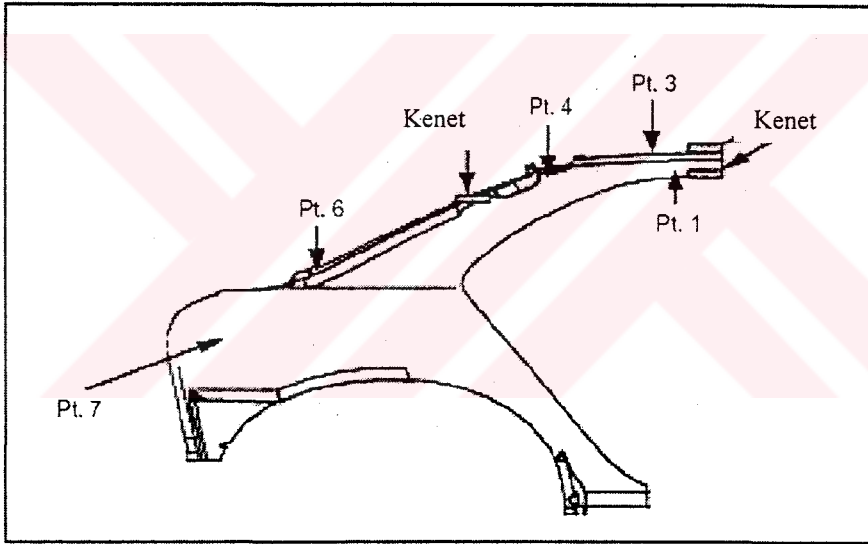
Benzer olarak, gözlenen parça çeşitliliği aynı zamanda fikstür etkisi de içermektedir. Rijit olmayan sac metal elemanları tipik olarak kenetlerinin sırası tabanında veya parçayı ölçme boyunca tutmak için konumlama bacakları ve kenetlerinin birbirine geçtiği usulde kendi taşıma fikstürlerine uymaktadır. Kenet sayısının artması ölçü çeşitliliğini artırmaktadır. Bu gözlenen çeşitlilikler farklı kenet sırası için değişmektedir. Ne zamanki fikstür konumlama sistemi her iki gözlenen ortalama ve rijit olmayan parça çeşitliliğine etki eder, o zaman ölçme

sisteminin aktif bir parçası haline gelmektedir. Bu zıtlıklar, boyutsal ortalamaların kontrol fikstürü konum tarzına veya kenetleme sırasına bağlı olmadığı yerlerde pasif ölçme sistemi iledir. Örneğin, imalatçı iki unsur arasındaki göreceli mesafeyi ölçerse, gerçek konumlama tarzı, şayet fikstür parçayı deforme etmiyorsa daha az kritik olabilmektedir. [1]

4-3.3-1. Durum Çalışması I Kenetleme Sırası Tekniği

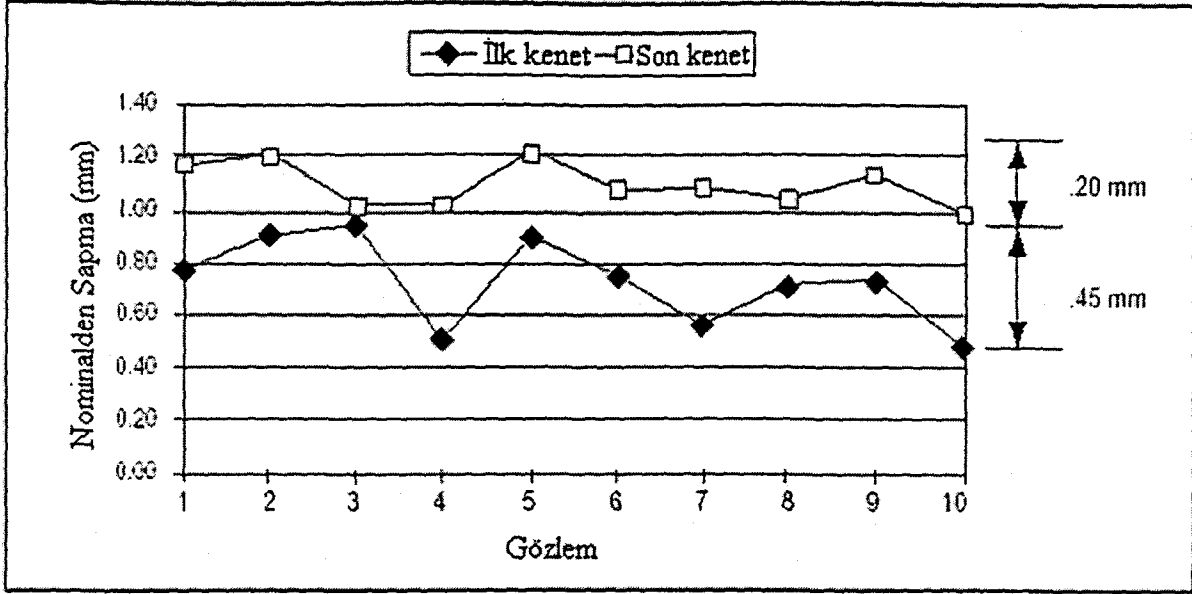
Kenetleme Sırası Tesiri:

Birinci durum çalışmasında, arka çamurluk paneli için ölçü hatası üzerine kenetleme sırası etkisi gözönüne alınmıştır. Bu deney, son üç kenetin düzeninin değişimi ile kenet sırası değişimi etkisini çalışmıştır. (Şekil 4.10)



Şekil 4.10 Arka çamurluk paneli için boyutsal ölçümler [1]

İkinci sırada, 4 numaralı boyutun yanında bulunan kenet, 1 ve 3 no'lu boyutların yanında bulunan iki kenetten daha önce birbirine geçmişti (veya kavramıştı). Bu ikinci sıranın amacı, #1, #3 ve #4 boyutlarına atanmış toleransların en küçüğüne sahip olduğundan, #4 teki boyutsal çeşitliliğin azaltılıp azaltılamayacağını belirlemektir.

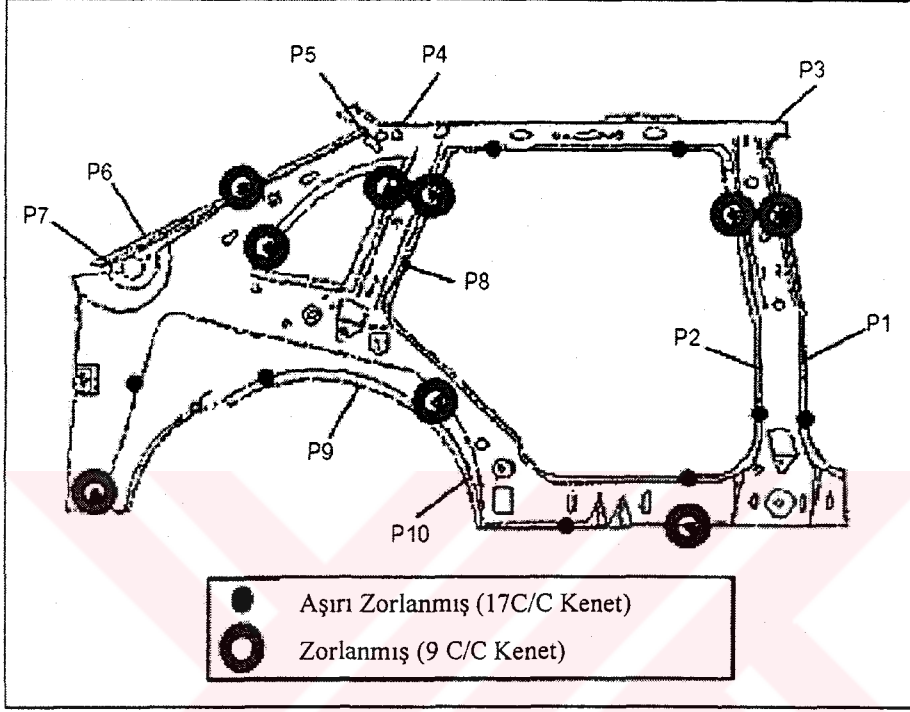


Şekil 4.11 Kenetleme sırasının 4 numaralı boyuta etkisi [1]

A/SP çalışması gösteriyor ki kenetleme sıralarının değişmesiyle, imalatçılar gerçek parçayı değiştirmeden çeşitliliği daha az kritik alanlara kaydırabilmektedirler. Bu aynı zamanda, “kenetleme sırası boyutsal ölçmeye etki eder” yaygın inancını da teyid etmektedir. Rijit olmayan parçalar için, imalatçılar kenetleme sırasına bağlı olarak boyutsal ortalamalar ve çeşitlilikler için farklı tahminler üretebilmektedirler. Bu bulguların uzantıları dikkat çekicidir. İmalatçılar presleme verilerinde bazı potansiyel ölçme tesirleri ve çeşitliliği uyumsuzluklarını kabul etmek zorundadırlar. Çünkü monaj takımındaki kenetleme tipik olarak ölçme tutucu fikstürlerinde manuel’e karşı eş zamanlı olmaktadır. Montaj zamanındaki parça pozisyonlama ve ölçme verisi arasındaki potansiyel ilişki eksikliğinden dolayı imalatçılar prosesle tekrar çalışma veya düzeltmelerden önce nominale yakın olarak dikkatli uygulama yapmalıdır. [1]

4-3.3.2 Ek Kenetleme Konumlayıcılarının Etkisi

Çizelge 4.3 göstermektedir ki, ek kenet kullanımı dikkat çekici bir şekilde ortalama boyutu kaydırmakta ve çeşitliliği de azalttığı görülmektedir.



Şekil 4.12 Kaporta kısmı uygunluğu ve kenetleme stratejileri [1]

Bu durum çalışmasının amacı sadece kenetlemeye bağlı olarak boyutsal değişimleri göstermek değil ayrıca ortalama sapmaları doğru bir şekilde değerlendirebilme yeteneğini sağlamaktır. Bu araştırma ayrıca daha zorlanmış kenetleme sistemi kullanarak çeşitli boyutlar için dikkat çekici çeşitlilik azaltmasını göstermektedir. Özellikle merkez direk içinde ve tekerlek yuvası kontrol noktalarında P1, P2, P6, P9.

Çizelge 4.3 Panel boyutu ile nominalden ortalama sapma [1]

	Panel Boyutu ile Nominalden (mm) Ortalama Sapma										Medyan Farklılığı
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Zorlamalı (9 kenet)	-0.54	-0.96	-0.46	0.09	0.10	-0.29	0.07	-0.06	-0.74	0.56	
Aşırı Zorlamalı (17 kenet)	-0.20	-0.45	0.15	0.38	0.43	-0.23	0.67	-0.09	-0.55	1.60	
Ortalama Farklılık	0.34	0.51	0.61	0.29	0.33	0.06	0.03	0.03	0.19	1.04	0.31

Çizelge 4.4 Kenetleme yaklaşımıyla ortalama ve çeşitlilik uygunluğu [1]

	Panel Boyutu ile Standart Sapma (mm)										Ortalama Sigma
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Zorlamalı (9 kenet)	0.23	0.21	0.19	0.18	0.21	0.16	0.31	0.09	0.15	0.22	0.20
Aşırı Zorlamalı (17 kenet)	0.08	0.03	0.14	0.14	0.25	0.07	0.20	0.17	0.06	0.16	0.13
İstatistiksel Farklılık? (F-test, $\alpha=0.05$ bazında)	Dec	Dec	-	-	-	Dec	-	-	Dec	-	

Çizelge 4.5 CMM verisi ve Master ölçü verisi arasında ortalama boyutsal ölçümleri zorlanmış ve aşırı zorlanmış sistemler kullanarak karşılaştırmaktadır. Bu değerler gösterir ki CMM in ortalama değerler üzerinde dikkat çekici etkiye sahiptir. Bunun ötesinde, boyutların kaydığı bütün durumlarda, CMM ortalama boyutları feeler ölçü verisinden daha büyük ortalama saptmaya sahiptir. Çizelge 4.6 ölçme ölçüsünün, çeşitliliğe potansiyel etkisini değerlendirmektedir. Bu analizlerin sonuçları birleştirilmiştir. İki boyut Master kullanımıyla dikkat çekici bir azalma göstermiştir, gerçi bütün gözlenen parça çeşitliliği ölçme enstrumanları arasında dikkat çekici bir şekilde farklı değildir.

Çizelge 4.5 Ölçme enstrümanının ortalama değerler üzerindeki etkisi:Feeler gages'e karşı CMM [1]

	Panel Boyutu ile Nominalden (mm) Ortalama Sapma										Medyan Farklılığı
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
CMM (17 kenet)	-0.36	-0.47	-0.76	0.07	-0.08	-0.19	0.61	0.17	-0.49	1.60	
Feeler (17 kenet)	-0.04	-0.13	0.18	0.20	0.00	-0.10	0.14	0.04	-0.34	-0.07	
Ortalama Farklılık	0.32	0.60	0.58	0.13	0.08	0.09	0.47	0.13	0.15	1.67	0.24

Çizelge 4.6 Ölçme enstrümanının çeşitlilik üzerindeki etkisi: Feeler gage verisine karşı CMM [1]

	Panel Boyutu ile Standart Sapma (mm)										Ortalama Sigma
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
CMM (17 kenet)	0.08	0.03	0.14	0.22	0.25	0.07	0.20	0.17	0.06	0.16	0.14
Feeler (17 kenet)	0.11	0.12	0.04	0.09	0.25	0.11	0.28	0.10	0.07	0.08	0.13
İstatistiksel Farklılık? (F-test, $\alpha=0.05$ bazında)	-	Inc	Dec	Dec	-	-	-	-	-	-	-

Pratikte imalatçılar, kontrol fikstürleri ve montaj aletleri arasında tutarlı konumlama tarzlarını ve kenetleme sıralarını sürdürmeyi denemektedirler. Bu uyum geçerli veya presleme kalitesini temsil eden ölçümleri elde etmeye ihtiyaç duymaktadır. Bununla beraber bu uyumu sürdürmek, her zaman fizibil değildir.

İlk olarak, birçok montaj operasyonu sadece ölçme sistemi konumlayıcıları alt setini kullanmaktadır. İkinci, otomatik montaj operasyonlarında imalatçılar referans konumlayıcılarının pozisyonlarını değiştirmelidir. Konumlama tarzı ve kenetleme sırasındaki

uyum kusuru preslenmiş parçalar için gözlenen ölçmelerde montaj takımlarında pozisyonlarını yansıtmamaya neden olabilmektedir.

Bu bazı imalatçıları, preslenmiş parçaları değiştirmeden önce montaj değerlendirmesinden sonraya kadar beklemeye yöneltmekte veya fonksiyonel inşa yaklaşımı isdihtam etmektedir.

Rijit olmayan parçaların ölçümü sınırlamasından dolayı gözlenen ortalama sapmalar kalıp setleri veya pres hatlarında problem göstermeyebilmektedir.

Bundan dolayı, nominal yaklaşıma geleneksel inşaa yaklaşımını kullanan imalatçılar, ölçme sistemi problemlerinden kaynaklanan sapmaları düzeltmek için gerekli olmadığı halde kalıpları yeniden işleyebilmektedir. Bu araştırma nominalden bütün sapmaların ölçme problemleri sonucu olduğunu söylememektedir, fakat aksine preslenmiş parçayı imalat için onaylamak, tasarım spesifikasyonları için yalnızca tek parça ölçümlerini karşılaştırmaktan daha komplekstir.

Bir çok durumda, imalatçılar gözlenen preslenmiş parça boyutsal ölçümlerinin kaporta kalitesini yansıtip yansıtmadığına karar vermeden önce parçanın alt montajda daha rijit olmasından sonraya kadar beklemek zorundadırlar. [1]

4-3.4. Ölçü Çeşitliliği ve Parçadan Parçaya Çeşitlilik

İmalatçıların çoğu ölçme enstrumanlarının kabiliyetini değerlendirmek için ölçü R&R çalışmasını yönetirler. Bununla beraber, parça çeşitliliği ve ölçü hatasını ayırmak için ölçme sistemleri yeterliliğini de gözönünde tutmaları gerekmektedir. Eşitlik (4.4) te görülen çeşitlilik ve ölçü çeşitliliği arasında olduğu farzedilen yaygın matematiksel ilişkisidir.

$$\sigma^2_{gözlenen} = \sigma^2_{ürün} + \sigma^2_{ölçü} \quad (4.4)$$

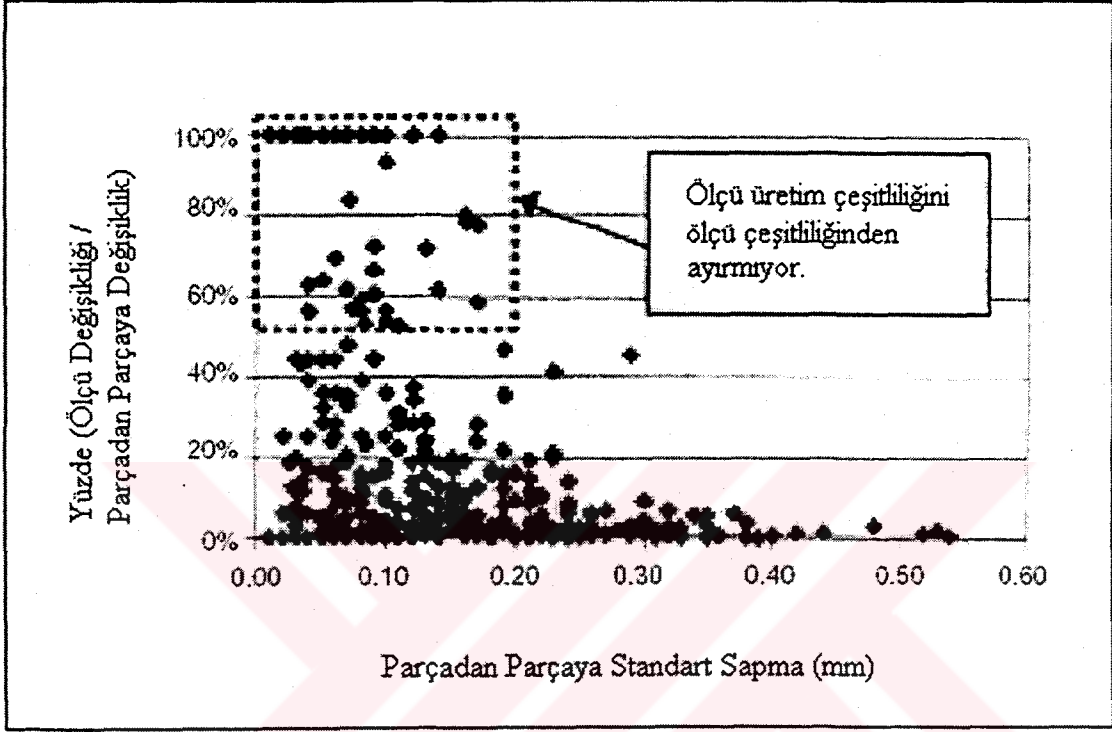
Gözlenen çeşitlilik, parça örnekleri boyunca,ölçeğin standart sapmasıdır. Gözlenen çeşitlilik ölçme sistemleri ve gerçek parça çeşitliliği olarak ikiye ayrılabilir.

Eşitlik (4.5) ölçme çeşitliliğinin gözlemlenen proses çeşitliliğine katkısını hesaplamaktadır.

$$\%GageContribution = \sigma^2_{ölçü} / \sigma^2_{gözlenen} \times 100\% \quad (4.5)$$

Ölçü hatasının gözlenen çeşitliliğin daha geniş yüzdesini göstermesi gibi sonuç şudur ki ölçü parça çeşitliliğini (from that of the gage) dan ayırmaya muktedir değildir.

Şekil 4.13 aynı zamanda şunu göstermektedir ki parçadan parçaya standart sapmanın yüksek olduğu durumda, $\sigma_{par\text{-}par} > 0,3$ mm ölçü katkısı %20 den küçüktür. Bu gösteriyorki kontrol fikstürleri geniş farklılıkları veya paneller arasındaki ortalama kaymaları incelemeye muktedirdir.



Şekil 4.13 Parçadan parçaya standart sapma ve yüzde ölçü çeşitliliği arasındaki ilişki [1]

Ölçü hatasının etkilerini anlamak, seri imalattan veya belirli bir numune için panel sayısını belirlemede anlamlıdır. Preslenme boyutlarının çoğunda, kısa zamanlı parçadan parçaya çeşitlilik düşüktür, $\sigma_{pp} < 0,15$ m, ve bundan dolayı, single run'dan geniş panellerin numunelerinin ölçümü parça ve ölçü çeşitliliğini ayıramamaktan dolayı tipik olarak minimal değer vermektedir. [1]

4.4 Ölçme Sisteminin Boyutsal Değerlendirme Prosesine Etkisi

4.4.1 Ölçü Kabiliyeti ve Toleranslar

Ölçü hatasının parça boyunca yayılmasının bir etkisi boyutsal toleransın tayiniyle ilişkilidir. Çizelge 4.7 verilen ölçü hatası oranının içinde olan, %30 ölçü hatası oranını yakalayabilmek için minimum tolerans taleplerini çıkartmaktadır. Bu analiz, R&R ölçü gereksinimleri için gerekli olan min 0,3 to 0,75 min toleransları belirtmektedir. Parça üzerindeki daha az stabil ölçüm alanları daha geniş +/- 0,75mm minimum toleransı gerektirecekti. [1]

Çizelge 4.7 Doğal ölçü hatası ve minimum tolerans talepleri [1]

Ölçü Hatası σ ölçü	Minimum Tolerans (Ölçü R&R > 30%)
0.03	+/-0.3mm
0.05	+/-0.45mm
0.07	+/-0.6mm
0.09	+/-0.75mm

4.4.2. Aşırı Zorlanmış Kenet Sistemlerine Karşı Zorlanmış Kenet Sistemi

İmalatçılar arasındaki önemli bir farklılık onların rijit olmayan geniş parçalar için ikincil konumlatıcı kenet kullanmalarındadır. Bazı imalatçılar benzer tasarlanan kaporta kısmı panelleri için neredeyse diğerlerinin iki katı fazla kenetleyici kullanmaktadırlar. Bu bulgu açıkça farklı iki stratejiyi belirtmektedir. İlk olarak, bazı imalatçılar ikincil konumlayıcı kenetleri sayısını parça hareketi üzerindeki potansiyel tesirlerini minimize etmek için azaltmayı denemektedirler. Gerçi bu imalatçılar 3-2-1 için uğraşmaktadırlar, pratikte bunlar tipik olarak geniş rijit olmayan parçalar için ölçü kapasitesi talepleri ile buluşmak için bazı ikincil konumlayıcılar eklemektedirler. Bu yaklaşım zorlanmış ölçme olarak işaret edilmektedir, çünkü bu 3-2-1 konumlama prensiplerine karşıdır. Ters olarak, diğer imalatçılar parçayı aşırı gerilime maruz bırakmayan parça tutucu fişstürler ve montaj takımlarında benzer kenetleme stratejileri kullandıkça, ikincil konumlayıcıları daha az eklemektedirler.

Bu alternatif yaklaşım aşırı zorlanmış olarak belirtilmiştir çünkü, eklenen ikincil konumlayıcıların bazıları aşında ölçü kabiliyeti talepleriyle buluşması için gerekli değildir. Bu ikincil kenetleyiciler montaj sırasında metal hareketini kontrol için kullanılmakta ve arkadan unsur parçası tutucu fikstürlerine bu hareketi ve koordinat eksen tarzını simüle etmek için eklenmektedirler. Ek olarak imalatçılar bu aşırı yüklenmiş sistemleri tipik olarak parçaları, kenetleri hizmete sokmadan önce, parça alanının aşırı stres altında olmadığını sağlamak için, sabit konumda tetkik edebilmek için kullanmaktadırlar.

Bu analizle ortaya sürülen soru, hangi yaklaşımın daha iyi olduğudur. Aşırı zorlanmış sistem kullanımının yararı tipik olarak düşük gözlenen parça ve ölçü çeşitliliğidir. Bazı durumlarda ek ikincil konumlayıcılar, presleme çeşitliliğini maskeleyecek, daha sıkı parça toleransları atamasına izin verecektirler.

Aşırı yüklenmiş bir sistemin bir potansiyel sakıncası ek konumlayıcıların metali parça tutucu fikstürde ters olarak deforme edebileceğidir. Parça boyutsal ortalamaları kenetleme güçlerinden dolayı dikkat çekici bir şekilde kayabilmektedir. Önemli olarak, bu kaymaların bazıları nominale daha yakın olabilmekte, fakat diğerleri kenetleme pozisyonu ve ölçülen parça alanı arasındaki ilişkiye bağlı olarak daha uzakta da olabilmektedir. Aşırı zorlanma yaklaşımına ters olarak, belirli imalatçılar en az sayıda ikincil konumlayıcı istemektedirler.

Bu yaklaşımın en önemli faydası, imalatçılar aşırı zorlanmış parçalara potansiyeli ölçüm boyunca azaltmasıdır. Zorlanmışa karşı aşırı zorlanmış ortalamaların kesin temel uygulamaları kabul edip etmediğini saptamasıdır. İlk önce, kenetleme yaklaşımına aldırış etmeden, imalatçılar preslenmiş parça ölçme fikstürleri ve montaj pres takımları arasında ölçmenin montaj zamanında parça pozisyonunu yansıttığından emin olmak için uygun eksen tarzına sahip olmak zorundadır. İkincil olarak, imalatçılar aşırı zorlanmış panellerde ihtiyatlı olmak zorundadırlar. İmalatçıların çoğu, kenetleri kullanmadan ve ölçü almadan evvel parçaların fikstüre oturması ihtiyacının belirlenmesini kabul etmektedirler. İmalatçılar şunu da kabul etmelidirlerki aşırı yüklemenin verimli kullanılması yalnızca geniş, kaporta kısmı gibi geniş olmayan panellere, çamurluk içi, çamurluk dışı, arabaların üst kısımları, tavan koruyucuları, taban sacları, arka oturma grubu parçaları, ve kontrol panellerine uygulanmaktadır. Bu iddia önemlidir çünkü, aşırı yüklemeli sistemleri benimsemenin kenetlenme stratejisinden ağırlıkla etkilenen kaporta parçalarının nisbeten küçük yüzdesine etki edecekmiş gibi kesinlikle bütün çeşitliliği azaltacağı sonucuna varmamalıdır.

Bununla beraber, bu geniş, rijit olmayan parçalar tipik olarak imalat kullanımı için onayı en zor olandır. Bir hipotez de şudur, aşırı zorlanan geniş rijit olmayan parçalar montaj sırasında en iyi metal hareket tahminini sunabilmektedir. Nokta direnç kaynağının ilavesi, montaj sırasında stabil olmayan parça boyutlarını deforme etmektedir. Ek ikincil konumlama, parça pozisyonlama ve montaj sırasındaki hareketi tahmin etmeye yardım edebilirdi. Çünkü onlar ek kontrol noktalarından meydana gelmektedirler. Şayet preslenmiş parça ölçümünün temel amacı boyutsal olarak doğru alt montajlar meydana getirmek için potansiyel tayin etmekse aşırı zorlanma daha iyi bir yaklaşım sunabilmektedir. [1]



4.5 Otomotiv Endüstrisindeki Sac Metal Parçalarında Koordinat Ölçmeleri Belirsizliği

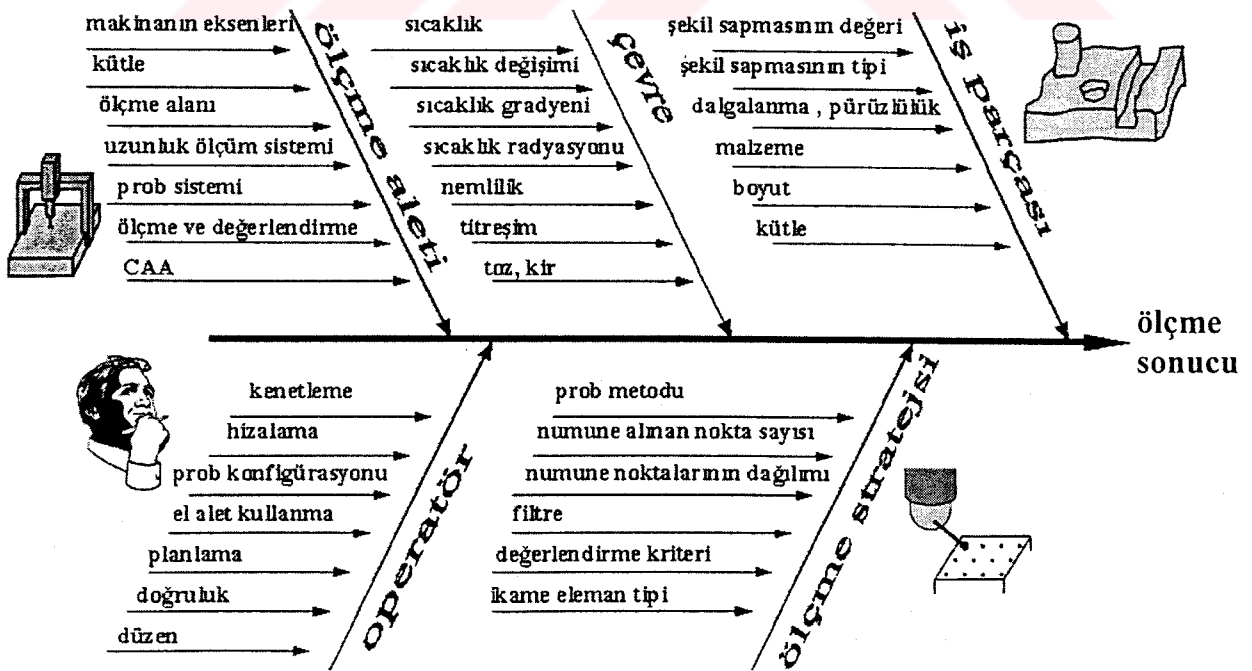
4.5.1 Koordinat Ölçme Belirsizliği

İmalat metrolojisinin bir görevi, iş parçalarının parça spesifikasyonları ile uyum içinde olup olmadıklarını doğrulamayı tetkik etmektedir. Spesifikasyon taleplerini kontrol etmek unsur değeri metrolojik belirlenmesini ve bu ölçülen değerin spesifikasyon limitleri içerisinde veya dışarısında olup olmadığını belirlemeyi içermektedir.

Bununla beraber, ölçülen değerler belirli bir ölçme belirsizliği olmadan saptanamamaktadır. Ölçme belirsizliği, ölçmeyi niteleyebilecek değerlerin dağılımını karakterize eden ölçme sonucuyla ortak parametre olarak tanımlanmaktadır.

Belirsizliği saptamak ve anlatmak için uluslararası tanınan prosedür meydana getirilir. Bu "Ölçmede Belirsizliğin Tarifi Kılavuzunda" yer almaktadır. Bu kılavuz aynı zamanda ölçmenin bireysel belirsizlik elemanlarının nasıl belirlenebileceği ve sonucun yayılmış belirsizliğinin, bu değerleri kullanarak hata yayılma kuralıyla nasıl hesaplandığını tarif etmektedir.

Yayılmış belirsizlik genellikle %95 lik güven seviyesi taşımaktadır. Koordinat metrolojisinde, belirsizliği etkileyen faktörler 4 ana grupta toplanmaktadır. Ölçme aleti, Çevre, Operatörle beraber ölçme stratejisidir. Şekil 4.14 de gösterildiği gibi. (Weckenmann vd., 2001)



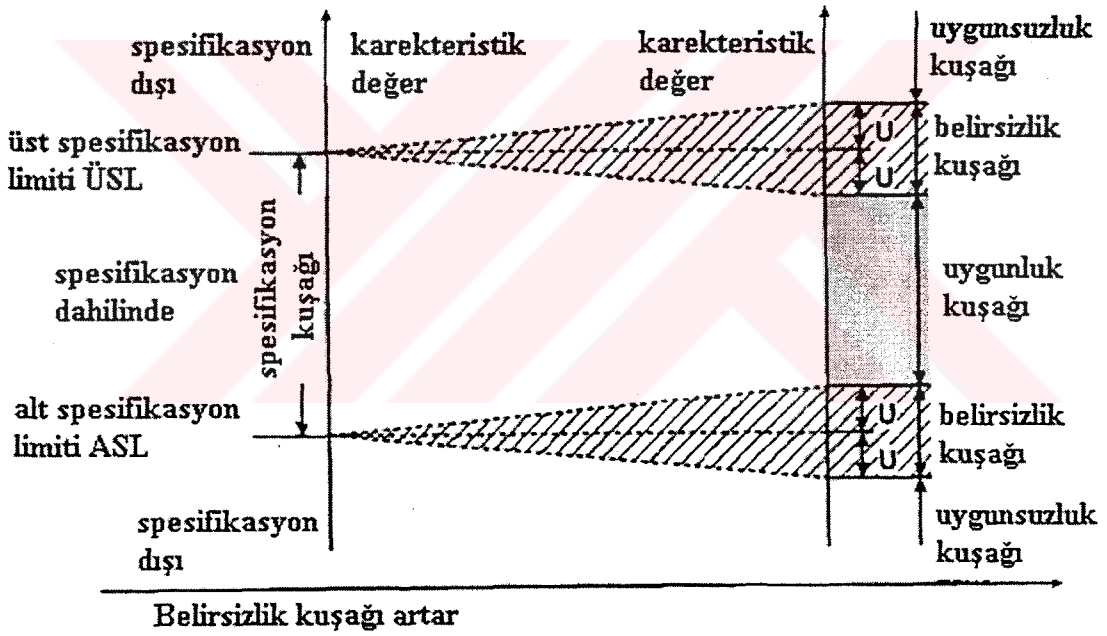
Şekil 4.14 Koordinat ölçüm sonuçları üzerindeki tesir faktörleri (Weckenmann vd., 2001)

4.5.2 İş Parçası Tetkiki için Ölçme Belirsizliği Sonuçları

Belirsizlik kuşağı, belirli istatistiksel kesinlik ile bilinmeyen doğru değeri içeren, işaret edilen değerler etrafında aralık göstermektedir.

Eğer spesifikasyon limitlerinden daha az belirsizlik değeri taşıyan belirsizlik ölçülürse, gerçek değerın spesifikasyon limitleri içinde olup olmadığı hakkında gerçek bilgi toplanamamakta olduğunu gösteriyor demektir.

Karakteristik tahakkuku için güvenilir rapor vermek mümkündür. Örnek değerler uygun kuşakta mı (karakteristik tam) veya uygun olmayan kuşakta (karakteristik tam değil) şeklinde. Şekil 4.15



Şekil 4.15 Ölçme sonuçlarının değerlendirilmesinde belirsizliğin önemi (Weckenmann vd., 2001)

Ayrıca sonuç değerlendirmesinde şunu not etmek önemlidir ki, belirsizlik kanıt sorumluluğu olan partiler için her zaman dezavantajdır.

İş parçalarının tamam olduğunu kanıtlamak isteyen bir tedarikçi, sadece ölçülen karakteristik değerleri tolerans kuşağı içinde olan iş parçalarını temin edebilir fakat müşteri karakteristik değerın spesifikasyon kuşağı dışında olduğunu kanıtlamak isterse, karakteristik değerın uygun olmayan kuşakta olduğunu kanıtlamak zorundadır.

Şayet ölçülen değer belirsizlik kuşağı içindeyse, ne müşterinin iş parçasını reddetmesi nede nede tedarikçinin iş parçasının tam olduğunu kanıtlaması mümkündür. Ayrıca iş parçasının kullanımı yalnızca müşteri ve tedarikçi arasındaki anlaşmada kabul edilmektedir.

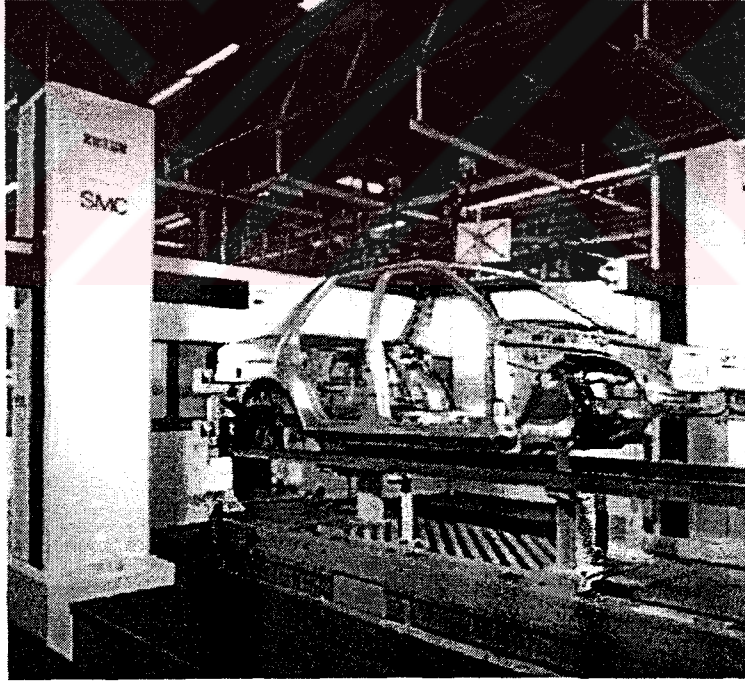
Bütün bunlar uluslararası standart ISO 14253 –1 de belirtilmiştir. (Spesifikasyonla uyum veya uyumsuzluğun kanıtlanması için karar kuralları.)

Endüstriyel firmalarda bu standartın adım adım yerine getirilmesi halihazırda devam etmektedir. (Weckenmann vd., 2001)

4.5.3 Araba Parçalarının CMM ile Tetkiki

Bu günün yolcu arabaları gövde imalatında genel tolerans oranı 1mm ile 3mm arasındadır. Yatay kollu CMM ler, bazen iki kollu aynı kılavuz yolunda çalışanlar genellikle araba gövdesi parçalarında tolerans spesifikasyonu rastgele örnek tetkiki için kullanılmaktadır.

Şekil 4.16



Şekil 4.16 Araba kaportası tetkiki için yatay kollu CMM (Weckenmann vd., 2001)

İmalatçıya bağlı olarak, istatistiksel proses kontrol için kullanılan ölçme ekipmanı için, ölçme belirsizliği mevcut toleransın $1/30 - 1/20$ dan fazla olmamak zorundadır. 2mm ortalama toleransı için, 0.1 mm max. izin verilen ölçme belirsizliğine eşittir.

Daha az kesinlikle, “ölçmenin altın kuralı” esas alınarak ölçme belirsizliği toleransın %10 üstünde olabilir’e göre, max. izin verilen ölçme belirsizliği 0.2mm olmaktadır.

Bununla beraber, ölçmenin altın kuralı istatistiksel proses kontrol için formüle edilmemiştir, ölçme enstrumanlarının iş parçalarını geçer geçmez olarak sınıflandırması içindir.

Araba gövde parçalarında koordinat ölçümlerinin belirsizliğini saptamak için, “belirsizlik miktarı – uncertainty budget” bütün önemli etkiyen niceliklerin standart belirsizliklerini kontrol altına almalı ve yayılmış belirsizlik ondan sonra hesaplanmalıdır.

Standart belirsizliklerin herbiri ortak unsur dağılımının standart sapmasını alanını kapsamaktadır. Yayılmış (expanded) belirsizlik standart sapmanın iki katına eşit olan alana işaret etmektedir. (Weckenmann vd., 2001)

4.5.3.1 Ölçme Aleti

CMM’in araba gövdesi parçaları üzerinde belirlenmiş yüzey noktaları ölçümü boyunca ana belirsizlik katkısı uzunluk ölçümü sapmasıdır. Bu değer, iki nokta arasında ölçülen mesafe gerçek mesafeden sapmaya izin vermesi ile bir alan belirtmektedir.

Uzunluk ölçümü belirsizliğin belirlenmesi ISO-10360-2 de belirtilmiştir.

CMM’in hareket eden bütün eksenlerinin ölçümleri için, izin verilen uzunluk ölçümü sapması $E_3 \leq A+L / K$ (E_3 in μm) olarak saptanmıştır. Burada A, uzunluk ölçüm sapmasının uzunluğa bağımlı komponenti K’nın son boyutunda aynı yüzey noktasının tekrarlanmasından meydana gelen çeşitlilik ve L uzunluğu mm olarak ölçülmüştür.

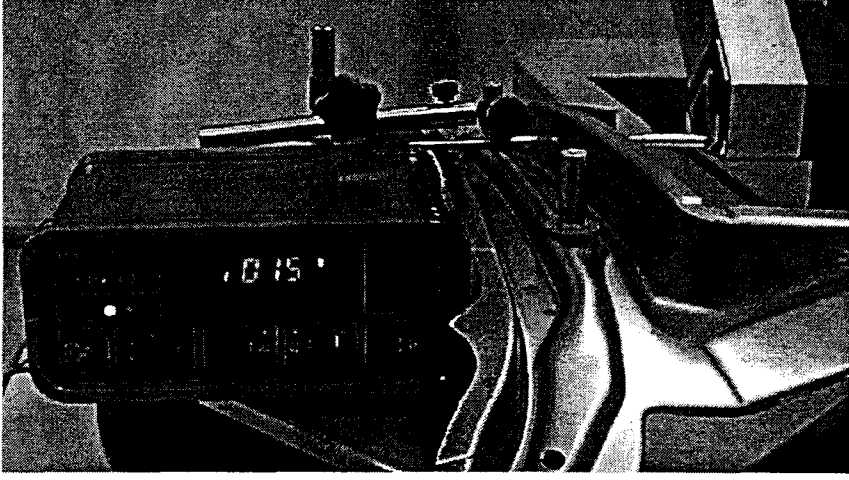
6000 mm × 1500 mm × 2400 mm ölçme alanlı DEA Bravo NT 60.15.24 ölçme enstrumanı ile imalatçılar örn. $E_3 \leq 27 + 19 L / 1000$ ’i garanti etmektedirler. 4 m ölçme boyu için, otomobil imalatında mümkün olan, uzunluk ölçümü için maksimum izin verilen hata sonucu 103 μm dir.

Bütün değerlerin uzunluk ölçmesi için izin verilen hata içerisinde eşit uzaklıkta olduğunu kabul ederek, standart belirsizlik UM ölçme enstrumanına 59.5 μm olarak atanmıştır. (Weckenmann vd., 2001)

4.5.3.2 İş Parçası

Geniş serbest şekillendirilmiş otomobil gövdesi parçaları ölçümleri için, prob kuvvetinden dolayı mümkün sac metal deformasyonu, ölçme belirsizliğinin bir sebebidir. Weckenmann vd.’nin yaptığı deneyde, 1 mm çelik sac parça 3N luk kuvvetle tekrarlanan prob hareketine

maruz kalmıştır ve indüksiyon proba karşı tarafta büküm ölçülmüştür. Şekil 4.17 de maksimum büküm 15 μm dir.



Şekil 4.17 Prob kuvvetinden dolayı sac parça üzerindeki elastik deformasyonun önemi (Weckenmann vd., 2001)

Rastgele belirsizlik contribution'u olarak görülen, ortak standart belirsizlik U_p 4.3 μm olarak hesaplanmıştır.

Daha ileri belirsizlik katkısı prob ucunun etkilemesinden ve yüzey pürüzlülüğünden çıkmaktadır. Şekil 4.17 de gösterilen iş parçası üzerindeki yüzey ölçümleri 5 μm maksimum Rz değeriyle sonuçlanmıştır. Pürüzlülük ölçümleri 2 μm luk prob ucu yarı çapı ile yapılmıştır. Diğer taraftan, koordinat ölçümlerinde, ölçülen Rz değerinin (bu örnekte 2.5 μm)ortalama yaklaşık %50 si olarak prob ucu penetrasyon derinliğine yol açan en az 1.5mm'lik prob ucu kullanılmıştır.

Prob için rastgele sapma sonuçlandırmasının üçgensel şekil dağılımı içinde olduğunu kabul ederek, belirsizlik contributionu U_R 1 μm olarak sonuçlandırılmıştır. (Weckenmann vd., 2001)

4.5.4 Çevre

Çevreyi etkileyen en önemli faktör sırasıyla sıcaklıktır. Makine mühendisliğinde referans sıcaklık 20°C dir. Referans sıcaklıktan sapmalar CMM skalasında ve iş parçasında uzunluk değişmesine sebep olmaktadır. Bir çok CMM de, enstrumanın kendisinde referans sıcaklığından sapmaları telafi etmek mümkündür. Cetveller için zerodur gibi sıcaklık olarak stabil malzemelerde kullanmak bir yoldur.

Sıcaklığı telafi etmek için kullanılan diğer bir yol skaladaki ısı kazancını belirlemek ve hesaplamayla uzunluk değişimini telafi etmektir. Bundan başka, birçok alet de iş parçasındaki ısı kazançlarına bir seçenek sunmaktadır. Şayet iş parçasının doğrusal uzama katsayısı biliniyorsa, bunu uzunluktaki ısı tesiri değişikliklerini telafi etmek için kullanmak mümkündür. Diğer durumlara bakıldığında

A: Ölçek ve iş parçası için sıcaklık telafisi

B: Sadece ölçek için sıcaklık telafisi

C: Sıcaklık telafisi yok şeklindedir.

Çizelge 4. 8 Weckenmann vd.'nin fabrikada yapılmış ölçüm şartları (Weckenmann vd., 2001)

Ölçme şartları

Ölçme Uzunluğu	4000 mm
Ölçme Sıcaklığı	35 °C
Ölçek Malzemesi	Cam $\alpha = (8.1 \pm 0.5) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Ölçekteki Sıcaklık Ölçümü Belirsizliği	0.5 K
İşparçası Malzemesi	Çelik, $\alpha = (11.5 \pm 0.5) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
İşparçasındaki Sıcaklık Ölçümü Belirsizliği	0.1 K

Standart belirsizliği hesaplamak için, sıcaklıktan dolayı olan uzunluk değişiminin sistematik etkisi rastgeledir ve bu sebeple, telafi etkisinin normal olarak dağıtılmış görülmesi gerektiğinden eşit olarak dağıtılmıştır.

Çizelge 4.9 Referans sıcaklıklardan sapmanın sebep olduğu olası belirsizlik katlıkları (Weckenmann vd., 2001)

	A	B	C
Ölçek için Sıcaklık Telafisi	Evet	Evet	Hayır
İşparçası için Sıcaklık Telafisi	Evet	Hayır	Hayır
Ölçülen Mesafe (mm)	4000.000	4000.69000	4000.2039
Telafinin Belirsizliği (mm)	0.0485	0.0378	0.0000
Boy Genleşmesinin U_L Standard Belirsizliği μm	0.0	199.2	58.9
Sıcaklık Telafisininin U_{TC} Standart Belirsizliği μm	24.2	18.9	0.0

Hesaplanan değerler için dayanak (4.6) no'lu denklemdir.

$$\Delta L = L_0 \alpha (T - T_0) \quad U_{TC} = L_0 \sqrt{(U_{T,S} \alpha_s)^2 + (U_{T,W} \alpha_w)^2 + ((T_s - 20^\circ C) U_{\alpha,s})^2 + ((T_w - 20^\circ C) U_{\alpha,w})^2} \quad (4.6)$$

ΔL = Uzunluk genişmesi, L_0 = Ölçme boyu, α = uzunluk genişlemesi katsayısı, T = Ölçme sıcaklığı, T_0 = Referans sıcaklığı, U_{TC} = Isı telafisi belirsizliği, (%95 tatmin seviyesi), $U_{T,S}$ = Ölçekteki ısı ölçümü belirsizliği, $U_{T,W}$ = İşparçası üzerindeki ölçme sıcaklığı belirsizliği, α_s = Ölçeğin uzunluk genişleme katsayısı, T_s = Ölçeğin sıcaklığı, T_w = İş parçası sıcaklığı, $U_{\alpha,s}$ = Ölçeğin uzunluk katsayısı belirsizliği ve $U_{\alpha,w}$ = İş parçası uzunluk genişleme katsayısı belirsizliğidir. (Weckenmann vd., 2001)

4.5.4.1 Standart Dışı Sıcaklık Şartlarındaki Geometrik Kalite Kontrolü Sırasında CMM ve İş Parçası Arasındaki Etkileşim

Günümüz endüstrisinde esnek imalat sistemlerine artan bir ihtiyaç vardır. Müşteri tarafından yüklenen artan kalite talepleri, atölyedeki kalite kontrol bütünleşmesini arttırmaktadır. Sonuç olarak CMM ler koruyucu ölçme odası dışında imalat prosesine daha yakın yerlerde daha da fazla yer almaktadırlar. Bununla beraber, imalata etki eden şartlar çoğunlukla uluslararası standartların sınırları içinde değildir. Bütün boyutsal ölçmeler teorik olarak 20°C gözönüne alınarak yapılmaktadır. Bu yüzden atölye şartları iş parçası üzerinde ısıl sapmaların etkisini idare etmeyi gerektirmektedir.

CMM'in sıcaklık davranışı, makinanın sıcaklık deformasyonu telafi programıyla, geometrik hata telafisini tamamlamak suretiyle kontrol altına alınabilmektedir.

İş parçasının etkilenmesi, bu yolla çok sınırlı bir şekilde halledilebilir. Bu ölçmede çok büyük hatalara sebep olabilir. Standart dışı çevrelerde kalite kontrol sırasında iş parçası ve CMM tezgahı arasında çeşitli etkileşimler mevcuttur.

Kruth ve Vanherck'e göre; İlk olarak oluşan hata tipleri tarif edilmekte ve bu hatalarla ilgili uygun ölçme stratejisi uygulamasına geçilmektedir.

Referans değer almak için tetkik altındaki CMM ile 20°C de tekrar tekrar ölçülmüştür. Makinada sıcaklık etkisiyle olan deformasyonların bilinmesiyle beraber, bu deneyler geniş

sıcaklık dağılımında iş parçasının CMM'in tekrarlanabilirliğine olan etkilerini öğrenilmesi sağlanmaktadır.(Makina spesifikasyonlarının ötesinde) (Kruth vd., 2002)

4.5.4.2 Standart Dışı Sıcaklık Şartlarında Ölçme

Bu kısım ölçme boyunca farklı sıcaklık hatası tiplerini tarif etmektedir. Bunlar arasındaki ayırım iki kriter bazında yapılmıştır. İlk kriter makina yapısındaki sıcaklık dağılımı çeşitliliği hususundadır. Sıcaklık dağılımı stabil olabilir örn, sabit durum veya zamana bağımlı.

İkinci kriter seçimi makina elemanlarını ihtiva etmektedir. İlk ölçme, probunun relativ pozisyonuna bakabilir veya doğrusal ölçeklerin ve parçaların farklılık gösteren ve genleşmelerine bakmaktadır.

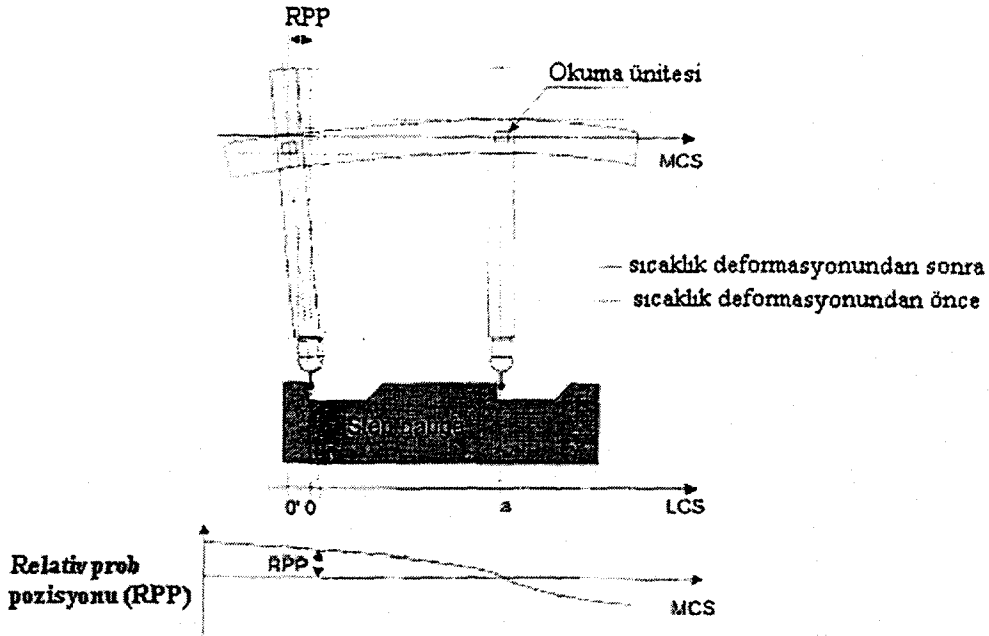
Brayn'ın sıcaklık etkisi diyagramındaki üç eleman sistemine göre ölçme probunun relativ pozisyonu makina çerçevesi olarak ve doğrusal ölçekler master eleman olarak göz önüne alınmalıdır.

Üçüncü eleman ölçülecek parçadır. (Kruth vd., 2002)

4.5.4.2.1 Relativ Prob Pozisyonunun Sabit Durum Etkisi

Relativ Prob Pozisyonu (RPP) tetkik edilmekte olan okuma ünitesi eksenine projekte edilen ölçekleri okuyan aletlerle bağlantılı prob ucu pozisyonu olarak tanımlanmaktadır. RPP ölçme hacmindeki bir noktada, CMM deki sıcaklık dağılımına ve değişikliğine bağlıdır. Şekil 4.18 de RPP tarifi yapılmıştır. Bu tabloda gösterildiği gibi Makina Koordinat Sistemi (MCS) eksenini doğrultusunda değildir. İş parçası ölçümleri normalde operatör tarafından tanımlanan Lokal Koordinat Sisteminde (LCS) gerçekleştirilmektedir. Bu yüzden ölçme LCS orjinine bağlantılı olarak gerçekleştirilir. Makinenin sıcaklık deformasyonu relativ prob pozisyonunu ötelemektedir. Şayet RPP ölçme hacmi boyunca sabitse, relativ ölçmede hata sunmamaktadır. Çünkü ölçmenin orjinindeki (RPP) hata operatör tarafından ölçme noktasında yapılan hata ile kesinlikle aynıdır. Şayet RPP ölçme hacmi üzerinde sabit değilse, ekstra hatalar sunulmaktadır. Örneğin bu, odadaki dikey sıcaklık gradyeninden olabilmektedir. Bu durumda LCS'nin orjinindeki sıcaklık hata (RPP) artifact noktasındaki hata ile artık aynı değildir.

Şekil 4.18'in sol tarafındaki, örneğin Z eksenini artık makinenin çalışma tablasına dik değildir.



Şekil 4.18 Makinenin termal deformasyonundan dolayı olan sabit durum hatası
(Kruth vd., 2002)

Bu deformasyon ölçme hacmi uzunluğunun üzerinde üniform olmayan RPP'nin orjindir. Sol noktanın ölçümü, orjin, sağ nokta yani a noktasının ölçümünden daha büyük sıcaklık hatası vermektedir. Şayet makina tatminkar bir sıcaklık telafisi ile donatılırsa, bu tip sıcaklık hatası düzeltilecektir.

Bazı imalatçılar sıcaklık çarpılmalarını azaltmak için makina tasarımına itimat etmektedirler. Eğilim, elemanlar üzerinde sıcaklık gradyenini düşürmek için yüksek sıcaklık iletimli hafif malzemeler kullanmaktır. Örn CARAT teknolojisinde alüminyum. Bu yolla, makina elemanlarının eğilmesinden meydana gelen stabil olmayan RPP önlenmektedir. (Kruth, 2002)

4.5.4.2.2 İş Parçası ve Ölçeğin Stabil Durum Farkı ve Genleşmesi

Kuşatan sıcaklığın değişmesinden dolayı CMM ölçeği ve iş parçasındaki genleşme olayıdır. Stabil durumda sonuçlanan hata iş parçası ve ölçek nominal diferansiyel genleşmesi sonucunda oluşmuştur. Örnek olarak, 1m uzunluğunda çelik çubuk ölçü ile alüminyum ölçek sıcaklık çeliğin 23°C de sıcaklık genleşmesi sabiti (CTE), α , tipik olarak $12 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ 'a eşittir. Alüminyum ölçeği için CTE $23 \mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$ dir. Sıcaklık hatası ϵ , eşitlik (4.7) den elde edilebilen standart şartlarla ilişkilidir.

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \Delta L_{\text{obje}} - \Delta L_{\text{ölçek}} \\ &= \alpha_{\text{obje}} \cdot L \cdot \Delta T_{\text{obje}} - \alpha \cdot L \cdot \Delta T_{\text{ölçek}}\end{aligned}\quad (4.7)$$

Bu sebepten ε (12. 1. (23-20)) – (23. 1. (23-20))= -33 μm olacaktır.

Sonuç olarak Kruth vd.'nin yaptığı bu çalışmada, çelik çubuk 33 μm daha kısa ölçülmüştür. Burada önemli olan husus iş parçasının CTE sinin tam olarak belirlenememesidir. Genelde sadece literatür bazlı değerler müsaittir. Çelik için belirsizlik tipik olarak %10 dur. Gage blokları setinde bile kayda değer CTE farklılıkları olabilmektedir.

Sıcaklık telafileri için makina ölçeklerindeki CTE değerleri laser interferometreleri ile deneysel olarak belirlenmiştir. Objenin CTE üzerindeki belirsizliği ($d\alpha_{\text{obje}}$), (4.8) no'lu formülü izleyerek uzunluk ölçüsü belirsizliği içinde genişletilmiş ve yayılmıştır.

$$U\varepsilon = d\alpha_{\text{obje}} \cdot L \cdot \Delta T_{\text{obje}} + (\alpha_{\text{obje}} + d\alpha_{\text{obje}}) \cdot L \cdot dT_{\text{obje}} \quad (4.8)$$

CMM için sabit çevreleyen sıcaklıkta ölçeklerin genişmesini düzelten temel sıcaklık telafisi, iş parçasının kendisinin genişmesinin sonucu olan hatalar bırakmaktadır. Bu hata genelde sıcaklık telafisinin aktif olmadığı durumdan daha fazladır. Formül 4.7 de gösterildiği gibi ölçeklerin genişmesi kısmen iş parçasının genişmesini iptal etmektedir. İş parçası için hatayla ilişkili baskın faktör kendisinin doğrusal genişmesidir. Hacimsel sıcaklık gradiyeni etkisi bile sınır şartları altındadır lineer genişlemeyle karşılaştırıldığında önemsiz olmaktadır.

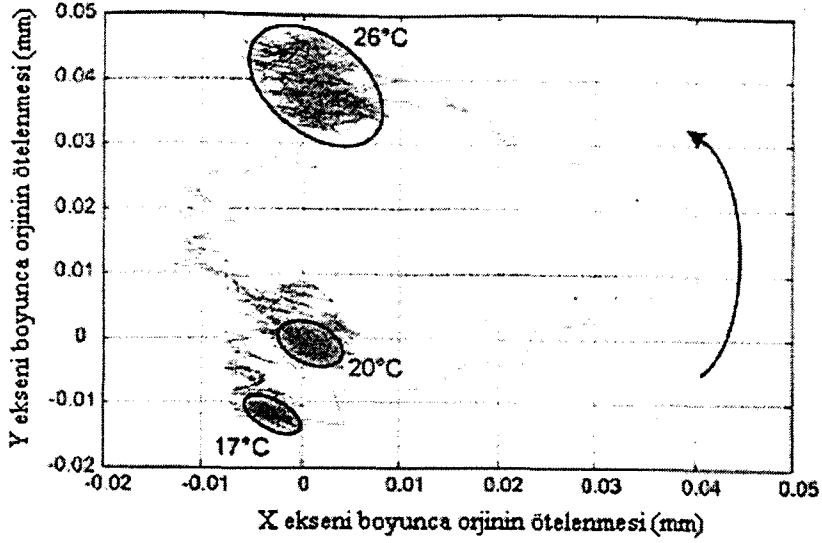
Bununla beraber uygun soak-out prosedürü imalat prosesinden dolayı parça orijinasyonu içindeki sıcaklık farklılıklarını azaltmak için kullanılmalıdır.

Parçayı çalışmanın sıcaklık seviyesine soğutmak CMM yapısı üzerindeki parçadan sıcaklık etkilenmesini önlemek için tavsiye edilmektedir. (Kruth vd., 2002)

4.5.4.2.3 Relativ Prob Pozisyonunda Süreksizlik

Gerçek sıcaklık deformasyonları dinamiktir ve prob pozisyonlarında çevreleyen sıcaklık artarken, sıcaklık ataletiyle ilişkili olan bütün makina parçalarının sıcaklığıda artmaktadır. Sonuç olarak, makina için kararlı durum çalışma rejimine ulaşmak zaman almaktadır. Transiyent faz boyunca RPP değişmekte ve sonuç olarak ölçme hacmindeki noktaların koordinatları sürekli değişmektedir. (ör: LCS'nin orjini) Şekil 4.19 LCS orjini üzerindeki sıcaklık çeşitliliği etkisini göstermektedir.

Şekil granit taban üzerine yerleştirilen kürenin orta noktasının X ve Y boyunca ölçülen relativ yer değişimini göstermektedir.

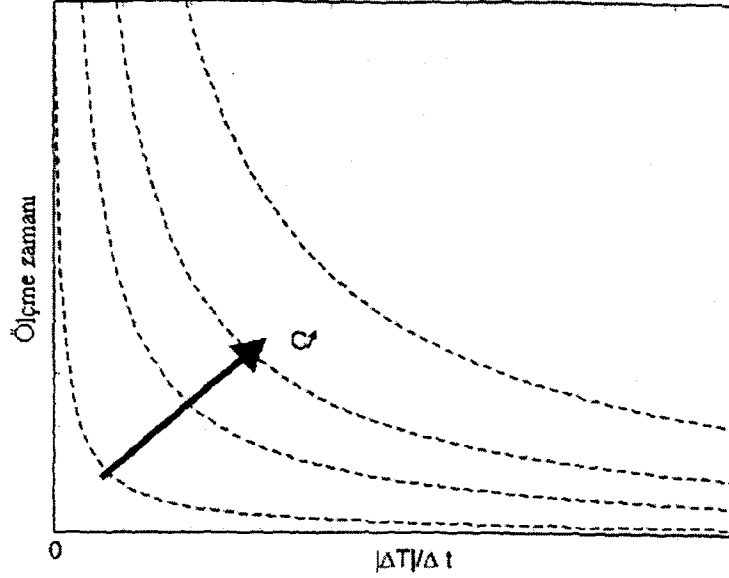


Şekil 4.19 MCS deki LCS orjininin ölçüm ötelenmesi (Kruth, 2002)

Deney boyunca çevreleyen sıcaklık şekil 4.23'ün üst kısmında verilmiştir. Şekil 4.19 da çevreleyen sabit sıcaklıktaki orjin ölçümleri elipslerle sınırlandırılmıştır. 26 °C deki elips, bu sıcaklık seviyesindeki daha büyük çevreleyen sıcaklık dalgalanmalarından dolayı daha geniştir. (Şekil 4.23)

20°C deki ölçümden, koordinatlar ok yönündeki eğriyi takip ederek hareket etmekte ve diğer çevreleyen sabit sıcaklığa ilerlemektedirler. Benzer bir tablo Z koordinatı içinde yapılabilir. Sonuçlanan ölçme hatasının büyüklüğü sıcaklık çeşitliliği ile ilgilidir. Şayet gradyen düşükse, orjini ölçerken yapılan hatada büyük farklılıklar olmayacaktır. Diğer bir taraftan, gradyen büyükse hata da büyük olabilmektedir. Ölçme hatası aynı zamanda ölçme zamanıylada ilişkilidir.

Bir objeyi ölçmek için geçen uzun zaman prob pozisyonunun çeşitliliği demektir ve bu sebepten olabilecek daha büyük hatalardır. Şekil 4.20 zaman içinde sıcaklık gradyeni ($\Delta T/\Delta t$) ve objeleri ölçmek için gereken zamanı içine alan kavramsal fikirleri kabataslak tarif etmektedir.



Şekil 4.20 Müsade edilebilir ölçme zamanı ve sıcaklık çeşitliliği arasındaki kuramsal ilişki (Kruth vd., 2002)

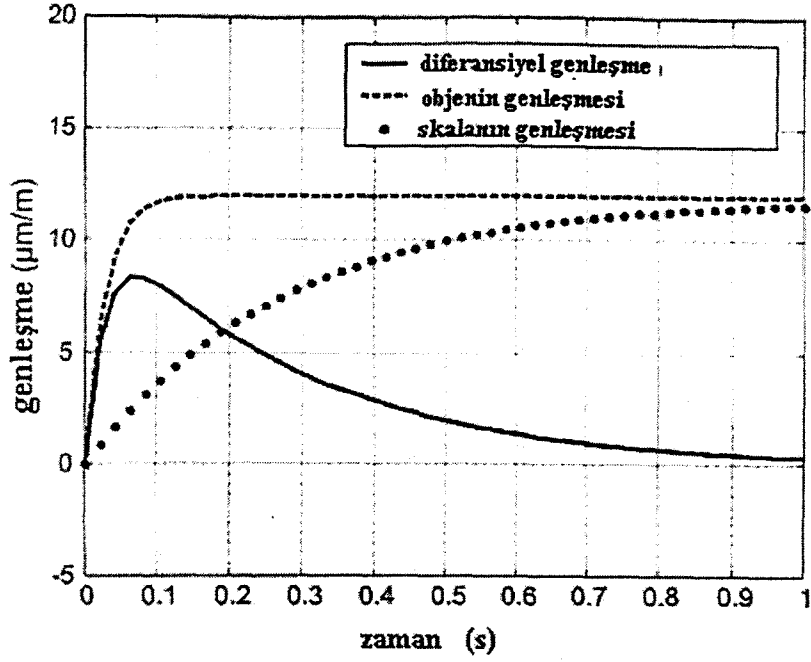
C sabiti objenin sıcaklık ataleti ve tamlık taleplerini hesaba katmaktadır. Yüksek tamlık talepleri veya yüksek sıcaklık ataleti düşük C değeri ile birbirini tutmaktadır. Biri sadece hiperbolik eğri altındaki alanda ölçülebilmektedir. Örneğin kısa bir ölçme zamanında, göreceli geniş $\Delta T/\Delta t$ tolere edilebilmektedir. (Kruth vd., 2002)

4.5.4.2.4 İş Parçası ve Ölçeğin Diferansiyel Genleşmesinin Süreksizliği

İş parçası ve ölçeğin diferansiyel genleşmesini iptal etmek için çelik bir ölçek üzerinde çelik bir parça ölçme fikri çok yaygındır ve geniş bir şekilde kabul edilmektedir.

(formül 1 e bak: ΔL ölçek = ΔL obje, bundan dolayı $\epsilon=0 \mu\text{m}$)

Bununla beraber bu yaklaşım görüldüğü kadar açık değildir. İş parçası ve ölçek CTE si çok az tam olarak eşleşmektedir. (bak 4.5.4.2.2). Bunun ötesinde sıcaklık değişimleri sırasında, bu yaklaşım tamamen güvensizdir. Basit uzunluk ölçme modeli bunu tarif edebilir. İş parçası ve ölçek sıcaklık ataleti genellikle farklıdır. Bu farklılık, farklı ısınma zamanları meydana getirmektedir ve bundan dolayı transiyent (süreksiz) faz boyunca farklı genleşme oranı olacaktır. Şekil 4.21 de, skala ölçülen objeden daha yüksek zaman sabitine sahiptir.



Şekil 4.21 İş parçası ve skalanın diferansiyel genişmesi (Kruth vd., 2002)

Sonuç olarak diferansiyel genişme equal out olabilmekte, fakat transient (süreksiz) faz boyunca geniş ölçme hataları meydana gelebilmektedir. Eğer ölçek ve obje genişme katsayısı farklıysa kararlı durum diferansiyel genişmesi kalır.

İş parçası ve ölçeğin sıcaklık ataleti, transiyent hatası büyüklüğünü belirlemektedir. Hata aynı zamanda $\Delta T / \Delta t$ zamanında sıcaklık değişiminin fonksiyonudur. Düşük $\Delta T / \Delta t$ değeriyle, iş parçası ve skalanın değişiklikleri takip edebileceğinden dolayı spesifik transiyent hatası olmayacaktır. (Kruth vd., 2002)

4.5.4.2.5 Standart Dışı Şartlarla Uğraşmak

Gerçek ölçme prosesi daha karmaşıktır. Diferansiyel genişme veya RPP genişmesi sonucu olan hatalar eş zamanlı meydana gelmektedir. Bu özellikle ölçmenin uzun zaman aldığı durumdur. Ölçme tesiri obje üzerindeki noktaların koordinatlarının değişimidir.

20°C durumuna gelince, obje üzerindeki nokta obje üzerindeki sıcaklık deformasyonundan dolayı LCS ye bağlı olarak hareket edebilmektedir.

LCS'nin ötelenmesinin kombinasyonu ve LCS içindeki obje üzerindeki noktaların relativ yer değiştirmesi MCS deki noktanın mutlak yer değiştirmesini vermektedir. Sıcaklık çeşitliliğinden olan toplam ölçme hatası telafisi şayet makine ve iş parçasının sıcaklık deformasyonu tahmin edilirse mümkündür.

İdeal olarak silindir yaprak yayı desteği ile yer değiştirebilir fakat bu her zaman fizibil değildir. Prensipde yukarıdaki şartlar tahmine ve bu yüzden sıcaklık değişimleri boyunca ölçme hatası telafilerine izin vermektedir. Bununla beraber, CMM için sıcaklık telafisi transient (süreksiz) sıcaklığın etkileriyle uğraşabilen pratik duruma erişememiştir.

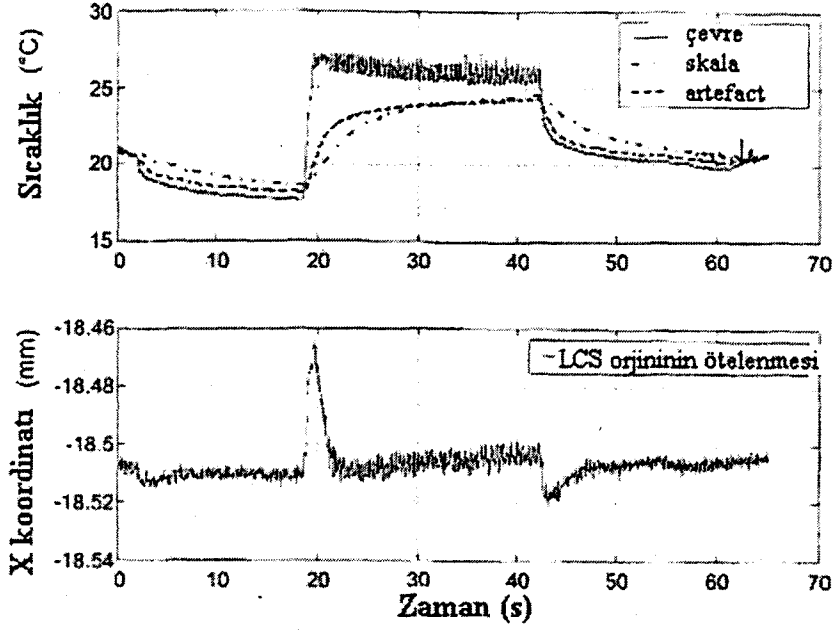
Uygun ölçme stratejisi sıcaklık değişikliklerinden dolayı ortaya çıkan hataları azaltabilmektedir. Özellikle karmaşık iş parçalarıyla uğraşırken ve yığın ölçme proseslerinde, bu, bütün hatalarda dikkat çekici bir azalmaya kılavuzluk etmektedir. LCS orjini'nin sık güncellenmesi sıcaklık geçişinin etkilerini sınırlamaktadır. Tahmini hata, önceden belirlenmiş tamlık bariyerini aştığında LCS orjini "sıfırlanmalı"dır.

LCS sıfır noktasının iş parçasının sıcaklık olarak stabil noktasına yakın olduğunu belirlemek iyi bir pratiktir. Bu yolda, iş parçasının kendisinin deformasyonu LCS orjininin ötelenmesinde çok küçük etkiye sahip olacaktır. Ölçülen objenin sıcaklığı kolay olarak tahmin edilememektedir. Eğer obje makinanın büyük sıcaklık ataleti olan elemanlarıyla temas ederse onun kendi sıcaklık ataleti de artmaktadır.

Direk granit çalışma tablasında duran ince çelik parça iletim tabanlı ısı taşınımından dolayı granitin sıcaklık artışını takip edecektir. Kabul şudur ki, obje çevresel değişiklikleri takip eder veya makine elemanının sıcaklığı doğru değildir. Sonuç olarak iş parçası ölçüm boyunca izlenmelidir. 1 ve 2 formülleri bunu onaylamaktadır. (Kruth vd., 2002)

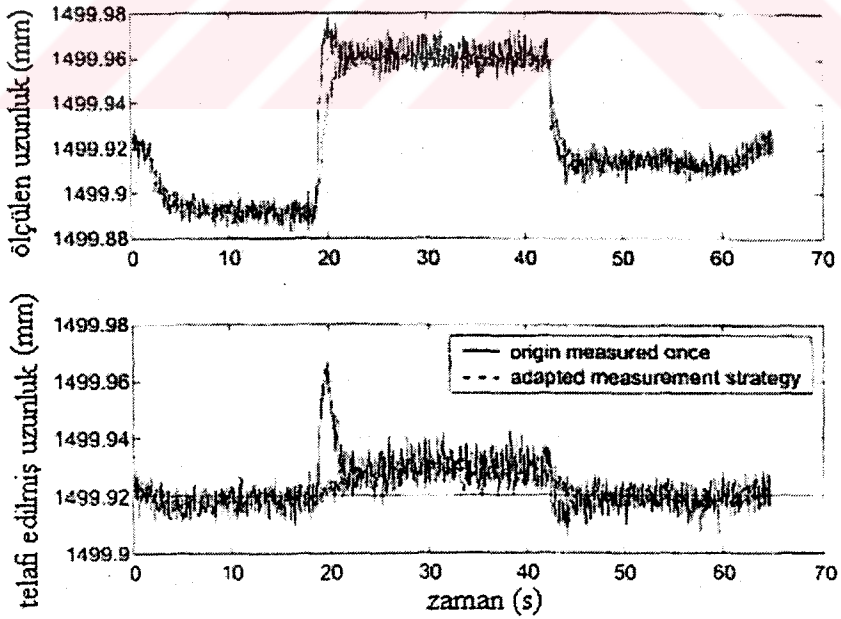
4.5.4.2.6 Pratik Açıklama

Yukarıda tartışılan başlıklar çelik stepped ball bar üzerindeki ölçümlerle açıklanabilmektedir (Şekil 5). Ball bar'ı CMM'in X - Y düzlemine, granitin X kılavuzuna paralel, oturtulmaktadır. LCS orjin noktası parçanın tekil sıcaklık olarak stabil noktasına yakın seçilir. (Şekil 4.22 deki gibi) Artifact's ın sıcaklığı tekil sensörle on-line ölçülmektedir. Amaç ball bar'ın sıcaklığı hakkında ortalama bir değer almaktır. Ek olarak çevre sıcaklığı ve X cetvelinin birleştirildiği granit tablanın sıcaklığı izlenir. Deney boyunca, ilk ve son top arasındaki mesafe sürekli olarak ölçülmektedir. İlk ball LCS'nin orjini olarak kullanılmaktadır. Şekil 4.23 yüklenen sıcaklık profilini ve onun orijin koordinatlarına etkisini göstermektedir.



Şekil 4.23 Orijinin sıcaklığa bağlı ötelenmesi (Kruth vd., 2002)

28°C den 26°C'ye sıradışı sıcaklık iletimi boyunca orjin X'te 40 µm ötelenmektedir. Ötelenmenin, artifact'ın diferansiyel genişlemesinin, ve ölçeğin bileşimi uzunluk ölçümünde hataya sebep olmaktadır. Tesir Şekil 4.24'ün üst parçasında gösterilmiştir.



Şekil 4.24 Ölçme hatası ve telafi (Kruth vd., 2002)

Sürekli çizgi, eğer orjin, zaman orjininde belirlenmişse ölçme sonucudur. Kesikli çizgiler, eğer orjin ölçme boyunca sürekli olarak up date ediliyorsa, hatayı belirtmektedir. Kesik çizgili eğri şunu göstermektedir ki ,orjin over time ının ötelenmesini iptal etmektedir. Kalan hata parça ve skala arasındaki diferansiyel genişlemedir. Çünkü skala ve iş parçasının sıcaklığı on line izlenmekte, diferansiyel genişlemeyi hesaplamak (formül 1) ve telafi etmek mümkündür. Şekil 4.24'ün alt kısımlarındaki parça her iki strateji için sonuç vermektedir. Uygulanan stratejinin kapsamlı sonucu daha iyidir, özellikle transient (süreksiz) sıcaklık fazı boyunca. Kalan hata CTE değerleri üzerindeki belirsizlik sonucudur.

Şekil şunu kanıtlar ki, ölçmedeki toplam hata orjinin ötelenmesi ve diferansiyel genişlemeden meydana gelmektedir. Orjinal strateji durumunda, orijin sadece bir kez ölçüldüğü durumda, kalan hata orjin ötelenmesini içermektedir. Bu 4.23 ve 4.24 no'lu şekillerin alt kısımlarındaki benzerlikten kolayca farkedilebilir. Şuna dikkat edilmelidir ki, ilk sıcaklık süreksizliği boyunca iki strateji arasında bir farklılık yoktur. (0h – 18h). Sıcaklıktaki farklılık burada daha yavaş ve daha küçüktür.

Şekil 4.20 $\Delta T / \Delta t$ küçük olduğunda izin verilen ölçme zamanının geniş olduğunu göstermektedir. Bu sebepten dolayı, sıcaklıktaki süreksizlik boyunca orjini güncellemek gerekli değildir.

2. geçiş süresince (18h – 45h) sıcaklıkta daha geniş ve hızlı değişiklik vardır ve şekil 4.21'e göre izin verilen ölçme zamanı daha azdır. Tavsiye edilen strateji ölçme zamanını ve kalan hatayı dikkat çekici bir şekilde düşürmektedir. Şekil 4.24 de gösterildiği gibi strateji transient (süreksiz) etkiler için sıcaklık telafisi olan CMM gerektirmeden 1,5 mm çelik bar ölçümünde 0,01 mm tamlıkta on-line NDE doğrultma sonuçları ile birleştirilmektedir.

Gerçi 2 saat içindeki sıcaklık değişimi 8°C nin üzerinde olduğu zaman sonuçlanan ölçme CMM'in tamlık spesifikasyonları içerisindeydir. 1.5 mm uzunluk ölçümü için 12,5 μm (2 de bulunduğu gibi) (Kruth vd., 2002)

4.5.4.3 CMM Titreşimi

Atölyeye Kooordinat Ölçme Makinası (CMM) kurmak imalat prosesini daha kolay bir yola oturtmayı sağlayabilir. Neyazık ki stabil çevre eksikliği şartlarından dolayı kusurlar kalabilmektedir. Önemli bir problem çevre şartlarından doğan titreşimdir. Titreşim, CMM'in tamlığına dramatik bir şekilde etki etmekte ve bazı durumlarda kullanışsız kılmaktadır. Bazı CMM ler diğerlerine göre titreşimlere daha hassastır. CMM lerin hepsi aynı tasarım ve

malzemenen yapılmamıştır. Ana farklılıklar yataklar, tamlık, yapı ve kullanılan prob tipidir. Bu farklılıklar belli bir CMM'e ne kadar titreşimin etki edeceğini belirlemektedir.

Eksen hareketi için temel olarak üç tip yayak kullanılmaktadır; bilyalı yataklar, yağlı yataklar ve havalı yataklar. Bilyalı veya yağlı yataklı CMM ler yatak yüzeyi boyunca CMM çerçevesiyle bağlantılı sürgülere sahiptirler. Bu, sert çevre şartlarında daha az titreşim alacak bir katı makina meydana getirmektedir. Diğer taraftan hava yataklı CMM ler titreşimlere daha hassastırlar. Sürgülerini hava yastığıyla asılı tutmaktadırlar. Bu hava yatağı sürüş sistemi üzerinde yumuşak hareket ve sıfır hava sürtünmesi sağlamaktadır

Ne yazık ki titreşim olduğunda, makina çerçevesini tahrik etmekte ve hava yastığının hareketi iskelet boyunca iletmesine izin vermekte vede probu titreştirmektedir. Bir çok CMM imalatçısı tamlık derecesi en yüksek CMM lerinde hava yastığı kullanmaktadırlar.

Birçok durumda havalı yatakların faydaları raylı yataklardan daha fazladır.

Gözönüne alınan ikinci şey CMM'in tamlığıdır. Bir inç'in birkaç binde biri derecesinde hassas olan CMMler sadece ufak yüzdeleri titreşim göstermekte ve minimum derecede etki etmektedirler. Bir inç'in 40 milyonda biri kadar hassasiyette olan CMM ler daha geniş yüzdeleri titreşim hatası gösterecektir. Bu titreşim hatasına dönüşebilmektedir. [12]

Yüksek tamlıklı CMM ler, düşük tamlıklı CMM lere göre daha tam titreşim çevresi gerektirmektedirler. CMM'in en belirgin karakteri yapısal bütünlüktür. Dayanıklı bir şekilde imal edilen CMM ler daha az esnek ve titreşime sahip olan elemanlara sahip olacaktırlar. Granitin en önemli karakteristiği çok yüksek elastik modüle sahip olmasıdır. Düşük tamlıklı problemlerin titreşimi göstermek için çözünürlükleri yoktur ve sonuç olarak titreşimlerin onların üzerinde minimal düzeyde etkisi vardır. Yüksek tamlıktaki problemlerin tamamen etki edecek yüksek seviyede çözünürlükleri vardır.

Noktadan noktaya modunda, EMD probu 40 okuma yapar ve bağımsız nokta hesaplar. Tarama modunda prob 32000 okuma yapabilir. Yüksek veri yoğunluğu ve 0.1 mikron çözünürlük ile EMD probu bütün titreşimleri seçecek ve gösterecektir. EMD probun diğer bir anahtar unsuru düşük ölçü kuvvetleri kullanarak ölçüm yapabilmesidir. Bu yüksek prob kuvveti altında konumundan sapabilecek parçaların ölçümünde çok kullanışlıdır. Ölçü kuvvetini düşürmek titreşime daha hassas prob demektir. Prob parça yüzeyine temasta olduğu zaman makine bir kapalı çevrim gibi hareket etmekte ve prob üzerindeki titreşim kendisini

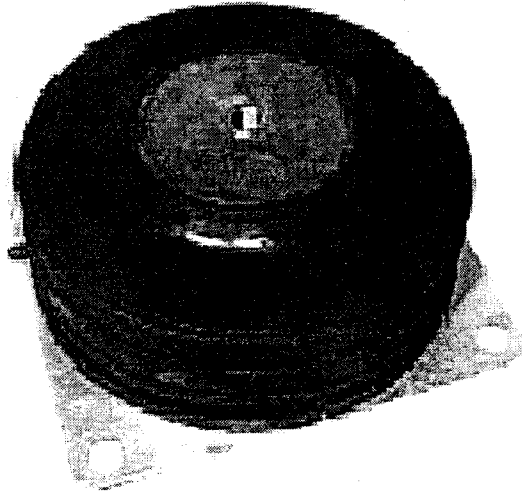
azaltmaktadır. Fakat ölçme kuvveti ne kadar küçük olursa probun üzerindeki sönüm etkisi daha az olacaktır. Şu prob karakteristikleri; yüksek ölçü yoğunluğu, yüksek çözünürlük ve düşük prob kuvveti herhangi bir CMM'in bütün performansını büyük bir şekilde arttırmaktadır.

Ne yazık ki, bunlar aynı zamanda çok düşük titreşimli çevre talep etmektedirler. Eğer titreşimleri kategorize edersek imalat ortamında genelde iki tip titreşim olur, birincisi yüksek frekanslı, ikincisi düşük frekanslı titreşim.

Eğer CMM'in kullanıldığı yerde titreşim tesbit edilirse, titreşimi düşürebilecek iki temel seçenek vardır. Birinci seçenek CMM için ayrı bir tesis ve temele sahip olmaktır. Bu tesis ana odanın tamamından ayrılmalı ve köpük veya kauçuk pedler ile izole edilmelidir. Bu ayrı tesis CMM'in kapladığı alandan iki kat daha büyük olmalıdır. Çok küçük bir tesis CMM'in üzerindeki titreşim etkilerini arttırmaktadır. İkinci seçenek CMM'in altına aktif veya aktif olmayan pedler yerleştirmektir. Aktif pnömatik pedler, makinayı dengeleyecek makina ekseni gibi hareket edip makina ekseni gibi hareket edip ağırlığını bir ped den diğerine aktaracaktır.

Diğer taraftan aktif olmayan pedler dengeleme kabiliyeti olmayan basit hava yastıklarıdır. Makine ekseni hareket edip ağırlık bir pedden diğerine aktarıldığında, bu ağırlığın altında bulunan ped sıkışacak ve karşı ped üzerindeki düşük ağırlıktan dolayı genişleyecektir. Her iki tipte de, pnömatik pedler titreşimi önleyecek ve CMM'e etkisini önleyecektir.

Yüksek ağırlık merkezinde aktif pedlerin, dengelemeyi telafi edecek şekilde koruması çok zordur. Bu aşırı telafi makinenin saat sarkacı gibi bir ileri bir geri sallanmasına sebep olmaktadır. Ağırlık merkezinin yükselmesi daha fazla sallanmaya sebep olmaktadır. Aktif olmayan pedler sadece gerilir ve sıkışarak titreşimleri sönümlerler. [12]



Şekil 4.25 Aktif olmayan ped [12]

4.5.4.4 Nem

Nemin ölçme tamlığında direk olarak belirleyici etkisi yoktur, bununla beraber kılavuz ray yüzeyleri üzerinde, eksenlerin kayma yumuşaklığına etki eden pas oluşumuna sebep olabilmektedir. Nem %55-65 arasında korunmalıdır. (Mitutoyo, 1996)

4.5.4.5 Toz

CMM'in hassas elemanları, kılavuz rayları ve doğrusal skalalar gibi, tozdan arındırılmış bir şekilde korunmak zorundadır. X, Y, Z eksenlerinde toz siliciler olmasına rağmen CMM periyodik olarak temizlenmelidir. Körükler ve kapaklar CMM'i tozdan korur.

(Mitutoyo, 1996)

4.5.4.6. Güç Desteği

CMM ve onun kontrol üniteleri için Voltaj gereksinimleri şöyledir.

- Tek faz: 100 VAC \pm 10% 50/60 Hz
- CNC-CMM tek faz için CMMC – 3 kontrol ünitesi 100V, 110V, 120V, 200V, 220V veya 240V AC \pm 10% (Mitutoyo, 1996)

4.5.4.7. Topraklama

CMMC ve ana ünitenin GND terminali için topraklama kablosu ile 100W veya daha düşük yer resistansı ile birleştirmeli (Japon Uluslararası Standartları 3.sınıf topraklama standardı).

(Mitutoyo, 1996)

4.5.5 Operatör

Araba gövde parçaları üzerindeki koordinat ölçümlerinin ana görevi, sac metal parçaları yüzeyinden, koordinatlarını kazanmak için nokta örnekleri seçmek, mesafeleri ve alanları aynı zamanda bu noktaların farklı kombinasyonlarından form ve pozisyon sapmalarını da hesaplamaktır. Ölçme prosesleri genellikle CNC CMMlerinde yapılmaktadır.

Bu durumda, operatör ölçme için iş parçasını ve ölçme aletini hazırlama kaygısıyla ölçmeyi etkileyebilmektedir.

Özellikle, ölçüm noktalarının elde edildiği koordinat sistemi araç üzerinde olmayıp mekanik adaptör üzerinde olduğu zaman, hizalama esnasındaki rastgele sapmalar dokunma sırasında elde edilecek yüzey noktalarının farklı olmasına neden olabilmektedir.

En son standart belirsizlik U_0 bazı deneysel bilgilerden $50 \mu\text{m}$ olarak tahmin edilebilir. (Weckenmann vd., 2001)

4.5.6 Belirsizlik Bütçesinin Hesaplanması

Belirsizlik bütçesi oluşturulduğunda birleştirilen ölçme belirsizliği U_c de tarif edilen hata yayılma kuralı uygulaması tarafından ferdi belirsizlik katkısından hesaplanmaktadır.

$$u_c = \sqrt{u_M^2 + u_B^2 + u_R^2 + u_L^2 + u_{TC}^2 + u_O^2} \quad (4.9)$$

Yayılı belirsizlik U , U_c 'nin yayılma faktörü k ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Şayet $k = 2$ seçilirse, %95 tatmin seviyesi kazanılmaktadır.

$$U = k \cdot U_c \quad (4.10)$$

A, B ve C durumlarındaki farklılıklardan dolayı baz alınan ölçme şartlarından çıkan değerler Çizelge 4.10 da verilmiştir. (Weckenmann vd., 2001)

Çizelge 4.10 Ölçme şartlarından çıkan değerler (Weckenmann vd., 2001)

Sac metal parçalarında koordinat ölçümleri belirsizlikleri yayılımı

	A	B	C
$U (\mu\text{m})$	163.0	429.4	195.2

4.6 İstatistiksel Proses Kontrol ve Kalite Kontroldeki Önemi

İstatistiksel Proses Kontrol (İPK) bir parçanın en ekonomik ve yararlı bir tarzda imal edilmesini sağlamak amacıyla, istatistik prensip ve tekniklerin imalatın tüm aşamalarında kullanılmasıdır. İPK, imalatın önceden belirlenmiş kalite spesifikasyonlarına uygunluğunu sağlayan, standartlara bağlılığı hedef alan, kusurlu parça imalatını en aza indirmekte kullanılan bir araçtır. İPK, basit bir muayene ve kontrol işlemi olmayıp, amacı sadece kusurları yakalamak değil fakat aynı zamanda kusurlu parça imalatını engellemektir.

Bir görüşe göre Japon mucizesinin temelinde istatistiğin kalite kontrol problemlerinde yaygın bir şekilde kullanımı yatmaktadır.

İPK teknikleri satın alınan malzemelerdeki, metodlardaki, proseslerdeki, makinelerdeki, parçalardaki ve insan faktöründeki değişimleri kontrol altına almak ve niceliksel ve niteliksel özelliklerini ölçmek amacıyla sayısal veriler kullanarak sonuçlara ulaşmayı hedeflemektedir.

Çağdaş kalite anlayışının ana ilkesi bir parça üzerinde oluşabilecek hatalara tepki göstermek yerine, problemleri oluşmadan engelleme yönünde önlemlerin belirlenmesidir. İmalat gerçekleştirildikten sonra imaledilen parçalardan kusurlu olanların kontrol sonucu ayıklanması işletmeye maliyet yüklemektedir. İdeal olan proses üzerinde önceden önlemler alarak hatalı parça daha imal edilmeden engellemektir.

Kalite kontrol aşamasındaki bir İPK çalışması altı aşamaya ayrılmaktadır.

- Prosesin Tanımlanması: Proses daha evelden oluşturulmuş proses akış şemalarından faydalanarak tanımlanabilir.
- Kontrol edilecek olan karakteristiklerin belirlenmesi
- Ölçü aletlerinin test edilmesi ve kalibrasyonu
- Proses yeterlilik analizi
- Proses performans analizi
- Proses kontrol çizelgeleri: Prosesin kontrol altında olup olmadığı veya risk durumları gibi yorumlar bu aşamada yapılır. (Akın, 1996)

4.7 Kontrol Şemaları

Kontrol şemaları arzu edilen niteliklerde parça veya hizmet üretebilmek için prosesin istatistiksel olarak kontrol ve analiz edilmesinde kullanılmaktadır. Kontrol şemalarının ilk uygulaması 1924 yılında W.A. Shewhart tarafından başlatılmıştır. Değişik ifadelerle bu şemaları tanımlayabilmekteyiz.

“Faigenbaum kontrol şemalarını, parçanın gerçek kalite spesifikasyonlarını, geçmiş tecrübelerle dayanarak belirlenen limitlere göre karşılaştırmaya yarayan grafikler olarak tanımlanmaktadır”.

Parçanın gerçek kalite spesifikasyonlarını geçmiş deneylere dayanarak saptanan limitlere göre kronolojik kıyaslamaya yarayan grafiklere kontrol şemaları denmektedir.

Parçanın tasarım aşamasında kalite spesifikasyonları için belirli kurallara göre tolerans limitleri belirlenmektedir. Ağırlık, boyut, şekil, renk, performans v.b. spesifikasyonların, önceden belirlenen limitler arasında değişme göstermesi normaldir. Bu değişmeler, limitleri aşarsa nedenleri araştırılmalı ve prosesin tekrar kontrol altına alınabilmesi için düzeltici önlemler alınmalıdır. Bu işlemlerin yapılmasında kullanılan en etkin araç kontrol şemalarıdır.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta; kontrol şemalarının bir sorunun varlığını göstermesi, sorun hakkında ip uçları vermesi, ancak sorunun nedenini gösterememesidir. İmalat esnasında tolerans (spesifikasyon) limitlerinin dışına çıkılmasının nedenleri: voltaj düşmesi, malzeme yapısındaki farklar, sıcaklık, rutubet vs. gibi çevre şartlarındaki değişmeler, ölçme hataları, tezgahdaki titreşim, toz vs. gibi tamamen tesadüfî nedenlerden olabileceği gibi tezgah, işçi, körlenmiş kesme kalemi, hatalı işlem uygulaması, aşınmış kalıp, makine ayarının bozulması gibi özel faktörlerden de olabilmektedir. Bu özel faktörlerin neden olduğu kalite sorunları çözümlenebilir niteliktedir. Bu diagramların babası sayılan Dr. W.A. Shewhart Yöneticinin elde etmeye çalıştığı faaliyet hedefinin belirtilmesinde ve bu hedefe ulaşılmasında bu diyagramların bir araç olarak kullanılabilmesi ve hedefe ulaşmış ve ulaşmadığı hakkında karar verilebilmesi gibi konularda yararlı faydalar sağladığını belirtmiştir.

Bilindiği gibi farklılık yani varyasyon kavramı doğanın bir yasasıdır. İmal edilen her parçanın veya onu oluşturan parçaların, kalite özellikleri ile ilgili olarak bir değişkenlik göstermeleri doğaldır. Parça usulü ile imalatta üç çeşitlilik kaynağı söz konusudur.

- a) Parça içinde çeşitlilik (parçanın farklı yüzeylerindeki ölçülerin değişmesi)
- b) Parçadan parçaya görülen çeşitlilik (aynı zamanda imal edilmiş parçalar arasındaki farklılık)
- c) Zamanla ilgili çeşitlilik (gün boyunca farklı zamanlarda imal edilen parçalardaki farklılık)

Bu farklılıklara yol açan başlıca beş çeşitlilik kaynağı aşağıdaki gibi özetlenebilir.

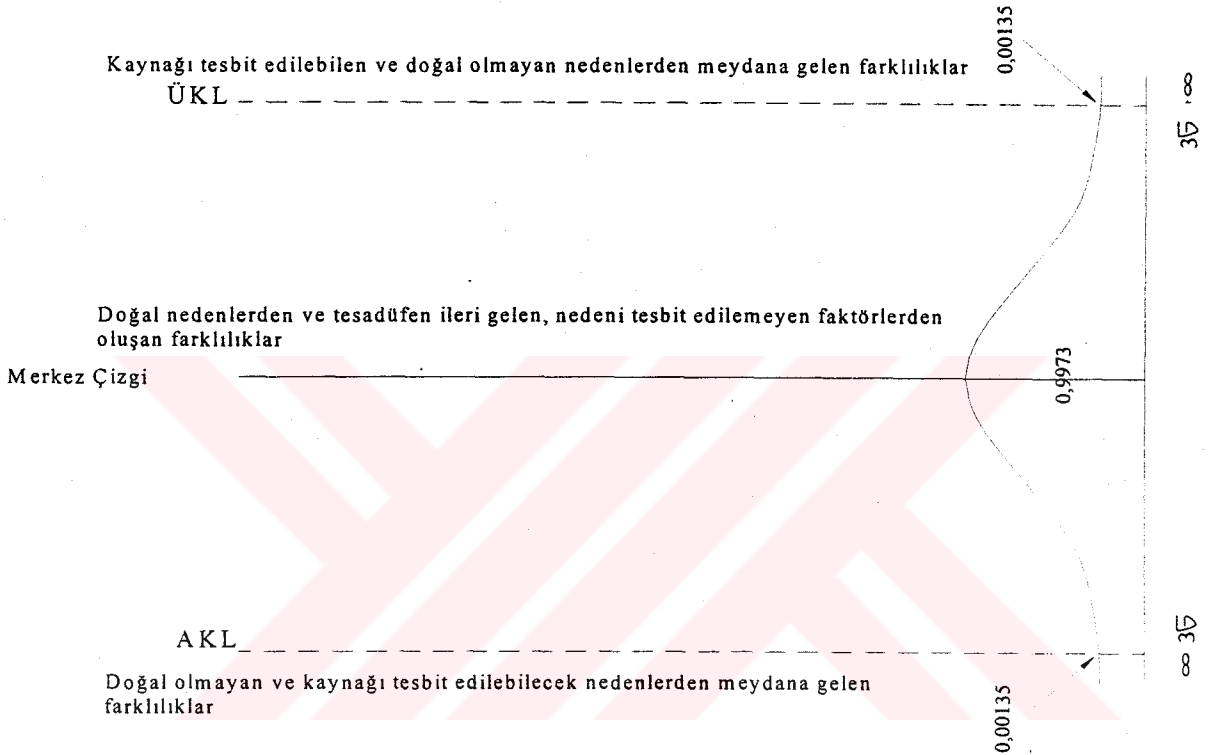
1. Prosesler : Aletin yıpranması, makinenin titreşmesi, çalışma pozisyonu, elektrik dalgalanmaları v.s.
2. Malzemeler: Yapısı, ölçüsü ve sertliği v.s.
3. Çevre şartları: Sıcaklık, voltaj stabilitesi, v.s.
4. Operatör: Tezgah ayarı, konumlama hassasiyeti, kullanım talimatına uyma derecesi, yöntem, beceri, fiziksel ve ruhsal durumu, v.s. gibi etkenler.
5. Muayene: Hatalı muayene ekipmanı, kalite standardının yanlış uygulanması, farklılıkların hatalı şekilde rapor edilmesi buna neden olabilmektedir. Bu değişkenlik kaynağının etkisi genel olarak 1/10 kadar kabul edilebilir.

Bu sayılan beş değişkenlik kaynağı beklenen bir şekilde dağıldığında proseste tesadüfen kaynaklanan farklılıklara neden olmaktadır. Bunlar kısaca doğal nedenler olarak adlandırılabilir. Bunlar prosesin tabiatında bulunan ve tesadüfen meydana gelen, nedeni tesbit edilemeyen kaynaklardan oluşan farklılıklardır. Bunlardan tek tek herhangi bir tanesinin etkisi çok küçüktür ve varlığı ile yokluğu parça kalitesinde pek farklılık yaratmamaktadır.

Fakat toplu olarak beraberce çeşitli kombinasyonlar halinde, işlemde belirli bir miktarda değişimie sebep olabilmektedirler. Genellikle küçük olan bu değişkenlik kaçınılmaz olarak kabul edilmekte ve işletmeci tarafından sineye çekilmektedir.

Proses esnasında beklenen bu doğal değişkenlik yanında, parçaların kalitesinin ortalama değerini veya değerini değiştirebilen, parçalarda belirtilen spesifikasyonların dışında değişkenliklere neden olan ve kaynağı tesbit edilebilen “doğal olmayan nedenler” de bulunmaktadır.

Kalite özelliklerinde değişkenliklerin doğal nedenlerden mi, yoksa bir takım tesbit edilebilen nedenlerden mi kaynaklandığı kontrol şemaları yardımı ile anlaşılmaktadır.



Şekil 4.26 Kontrol şeması (Akın, 1996)

Bir işlemden sadece tesadüfi faktörler rol oynuyorsa her hangi bir değişken normal bir dağılım göstermektedir. Bu durumda bir ortalama ve bir standart sapması vardır. Ortalama değer etrafında $\pm 3\sigma$ bir alan oluşturmaktadır. Bu alan içerisinde yer alan olasılıklar, toplam olasılıkların 0,99734'ünü kapsamaktadır. Şekilde görüldüğü gibi ÜKL'nin normal dağılımı simgeleyen çan eğrisinin $+\infty$ ve AKL'nin $-\infty$ taraflarının dışında kalan alanlar 0,00135 olasılık değerine eşit olup, limitler arasında kalan eğri altındaki alan ise 0,9973 değerine eşittir. Doğal nedenlerden veya tesadüften meydana gelen ve nedeni tesbit edilemeyen değişkenlikler 0,9973 olasılık değerine eşdeğer olan limitler arası alana eşittir. ÜKL ve AKL dışında kalan alanların değeri ise $1-0,9973 = 0,00135$ değerine eşdeğer olup; nedeni tesbit edilebilen ve doğal olmayan nedenlerden kaynaklanan değişkenlikleri göstermektedir.

Kalite kontrolün amacı bu söz konusu limitler dışında kalan ve nedeni tesbit edilebilen faktörlerin sebep olduğu değişkenlik problemlerini bulup, düzeltmektir. Çünkü bunlar imal edilen parçanın kalitesinin ortalama değerini veya dağılımını değiştirebilmektedir.

Proseste sadece mümkün olan en az değişimi gösteren tesadüfi nedenlerin bulunması arzu edilen durumdur. Şayet işlemden nedeni tesbit edilebilir faktörlerden kaynaklanan değişkenlik yoksa proses "istatistiksel olarak kontrol altındadır" denilmektedir. Bu durumda gözlem metodları olasılık kanunları ile belirlenen kontrol limitleri içindedir. Sadece tesadüfi (doğal) nedenler mevcuttur ve proses halihazır durumuyla sürdürülebilmektedir. (Akın, 1996)

4.7.1 Kontrol Şemaları Çizilirken Takip Edilmesi Gereken Yollar

1. İncelenecek olan kalite özelliği tesbit edilir.
2. Örneklem yöntemlerinden bir tanesine göre, yeterli sayıda birimden oluşan numuneler alınarak ölçüm değerler kaydedilir.
3. Kontrol şeması tipi belirlenir.
4. Kontrol limitleri (üst ve alt) hesaplanır.
5. Üst ve alt limitlerin doğruluğu ve yeterliliği belirlendikten sonra ölçeklendirilerek zamana bağımlı imalatla ilgili noktalar işaretlenerek kontrol grafikleri çizilir.
6. Kontrol şemalarında limitler dışında kalan noktalar belirlenerek, sebepleri araştırılarak, düzeltici önlemler alınır. (Akın, 1996)

4.7.2 Kontrol Şemalarının Faydaları

İyi hazırlanmış kontrol şemaları sayesinde,

1. Operatörün operasyonun gidişatını izlemesi sağlanır.
2. Operasyonun kalite ve maliyet açısından sabit ve hatası önceden tesbit edilebilir olmasını sağlar.
3. Operasyonun performansı üzerinde aynı dilin konuşulmasını sağlar.
4. Özel ve ortak nedenlerin birbirinden ayrılmasını sağlar.

Kontrol şemalarının kullanımı sayesinde parçalardaki çeşitliliğin azalması nedeniyle etken kapasitenin yükseltilmesi sonucunda birim başına maliyet düşmektedir. Etken kapasite yükselmektedir.

Genel olarak parçalarda incelenebilecek olan kalite özellikleri iki ana grupta toplanmaktadır.

1. Ölçülebilen kalite özellikleri : Uzunluk, hacim, v.s. gibi bir alet ve cihaz yardımıyla ölçülebilen ve rakamlarla ifade edilebilen özelliklerdir.
2. Ölçülemeyen kalite özellikleri: Kırık, çatlak, bozuk, lekeli, kokulu, pürüzlü, v.s. gibi duyu organlarımız aracılığı ile değerlendirilebilen özelliklerdir. (Akın, 1996)

4.7.3 Ölçülebilen Özellikler için Kontrol Şemaları

Bu özellikler için ortalama (\bar{X}), standart sapma (σ) ve değişim genişliği (range) (R) şemaları kullanılmaktadır. X-R kartları, kalite karakteristikleri ölçülebilen, sayısal olarak ifade edilebilen, değişkenlerde kullandığımız kontrol şemalarıdır. Bu şemalar ortalama ile standart sapma (\bar{X} ve σ) veya ortalama ile birlikte değişim genişliği (\bar{X} ve R) çiftleri şeklinde de uygulanabilmektedir. Böylece işlemin hem ortalama hemde değişkenlik bakımından kontrol altında olup olmadığı araştırılabilmektedir. (Akın, 1996)

X şeması ortalamadan sapmaları göstermektedir.

R şeması ise homojenlikten sapmaları göstermektedir.

Çizelge 4.11 Ölçülebilen özellikler için kontrol limitleri hesaplamaları (Akın, 1996)

Şema Türü	Merkez Hattı	Alt Kontrol Limiti	Üst kontrol Limiti
Ortalama	X	$X - A_2R$	$X + A_2R$
Değişim Genişliği	R	D_3R	D_4R
Standart Sapma	σ	$B_3\sigma$	$B_4\sigma$

4.8 Proses Yeteneği Analizi

Bir prosesin imalat yeteneğini tanımlamanın yollarından birisi proses yeteneği analizidir.

Proses, bir ürün veya hizmeti üretmek için gerek duyulan aşamaların tümüdür.

Proses yeteneği “ bir prosesin sağlayabildiği en az kalite değişkenliği” olarak tanımlanabilir.

Proses yeteneği insan, cihaz, malzeme, metod ve çevre faktörlerine bağımlı olup bu faktörlerin değişiminden etkilenmektedir.

Proses yeteneğini ölçmede ilk adım prosesi tanımlamaktır. İkinci adım spesifikasyonların tanımlanmasıdır. Spesifikasyonlar proses çıktısını ölçmeye olanak sağlayacak şekilde tanımlanmalıdır. Hangi verilerle çalışılacağı belirlenmeli ve eğer mümkünse değişen verilerle çalışılmalıdır. Bunu tercih etmenin sebebi; değişken verilerle yapılan proses yetenek analizi niteliksel veriler ile yapılan dan daha hassas sonuçlar vermektedir.

Bir imalat prosesinin tolerans sınırları içinde kalabildiği ölçülebilir. Proses kontrol altında tutulduğunda 6σ değeri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun ölçüsü olarak 6σ açıklığı tanımlanır ve bu “Doğal Toleranslar” olarak adlandırılmaktadır.

Proses yeteneği, proses çıktılarının önemli bazı parametrelerini (çap, oran, mukavemet v.b.) ölçmeye yönelik olarak yapılmaktadır.

Böyle bir analiz ile;

- a) Prosesin toleranslara uygunluğu tahmin edilir
- b) Klari seçim yapmak için bir kriter sağlar
- c) Taşeronlar arasında seçim yapmak için bir kriter sağlar
- d) Alınacak önlemlerle imalat prosesinde değişkenlik azaltılır

Proses yeterlilik analizinin başlıca amacı şu dört soruyu yanıtlamaktır.

- Prosesin ortalaması nedir?
- Prosesin standart sapması nedir?
- Prosesin ortalaması zamanla nasıl değişmektedir?
- Prosesin sapması zamanla nasıl değişmektedir?

Proses yeterliliği aşağıdaki şartlar sağlanarak artırılabilir:

- Çeşitliliği yaratan özel nedenlerin tümü ortadan kaldırılarak
- Proses ortalamasını hedeflenen değere mümkün olduğunca yaklaştırarak
- Çeşitliliği yaratan yaygın nedenleri azaltarak

Normal dağılımlar için proses yeterliliğinin belirlenmesinde Cp ve Cpk olarak isimlendirilen proses yetenek indekslerinden faydalanılır. Bunlardan Cp indeksi prosesin sadece yayılımını kontrol ederken, Cpk indeksi ise prosesin hem yayılımını, hem de ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol etmektedir. Cpk indeksinin bu kontrolü yapabilmesi için çift taraflı olarak yapılması gerekmektedir.

Proses yeteneği sayısal olarak spesifikasyon limitleri ve dağılım arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Prosesin normal olasılık dağılımını izleyen bir sonuç verdiği ve kontrol altında olduğu varsayıldığında, imal edilen parçaların %99.7'si proses yeteneği karşılığı olan alan içinde yer alacaktır.

Proses kapasite çizgileri açıkça belirtilmiş olan veya hedef olarak tesbit edilmiş bir değerle bağlantılı olarak, proses sürekliliğinin veya zaman bazında kalitenin yayılım değişimidir.

Proses Kapasitesi Grafiği Çizilirken İzlenmesi gereken yol:

- İmalat sırasına veya belli bir zaman periyoduna göre, prosesden en az 20 civarında veri toplanır.
- Spesifikasyon değerleri belirlenir ve çizelge üzerinde işaretlenir.
- Çizelgenin sağ tarafına örneğin dağılımını gösteren bir yatay histogram çizilir.

Cp ve Cpk indeksi proses yeteneğinin uygunluğunun sayısal olarak değerlendirilmesidir. Prosesin değişiminin spesifikasyon limitleri içinde olup olmadığını belirlememize yardımcı olmaktadır. Proses yeteneğinin sayısal ifadesi olan bu indekslerin değişik değer aralıklarında farklı yorumları vardır.

Cp ve Cpk > 1.33 ise yeterli prosesdir. Proses tamamen spesifikasyonları karşılayabilecek yetenektedir.

$1.33 \geq Cp$ ve $Cpk > 1.0$ ise proses kabul edilir. Ancak bu proses spesifikasyonları karşılamada zorluk çekmektedir. Bu nedenle proses kontrolü devam etmelidir.

$1 \geq Cp$ ve Cpk ise proses yetersizdir. Prosesi geliştirmek için yaygın çalışma göstermelidir. (Akın, 1996)

4.8.1 Proses Yeteneğinin Hesaplanmasında Çift Spesifikasyon Kullanımı

İlgili prosesin alt ve üst spesifikasyon limitleri verilmişse, ortalama değer bulabilmek ve değerlendirmek amacıyla spesifikasyon limitleri içindeki yayılım genişliğini değerlendirmek gerekmektedir.

$$Cp = T / 6s \quad (4.11)$$

T: Spesifikasyon limitlerinin genişliği

6s: Standart sapma altı ile çarpılacak

T: ÜSL – ASL

Standart sapma hesabı yapılırken ya, belli bir periyottaki malzeme sayısı alınmak suretiyle kalite karakteristiklerini kullanarak, proses yeteneğini değerlendirmek için bir histogram çizilmek suretiyle buradan standart sapma hesabına gidilir ya da (4.12) formülü kullanılır.

$$s = R / d_2 \quad (4.12)$$

Formülde d_2 çarpan katsayısı örnek hacmine göre tablodan elde edilen bir sabittir. Böylece daha kolay ve pratik yoldan standart sapma tahminen hesaplanmış olmaktadır.

C_p indeksi prosesin sadece yayılımını kontrol etmektedir. C_{pk} indeksi ise hem prosesdeki yayılmayı hemde ayarı belirtmektedir.

Proses yeterlilik indeksinin yorumlanmasındaki temel mantık, normal olasılık dağılımlarının kontrol şemaları bölümünde açıklanan özelliklerden hareketle şöyle açıklanabilir.

C_p ve $C_{pk} > 1$ ise proste $\pm 3\sigma$, spesifikasyonlardan küçüktür. Bu durumda örnekleme ile imalattan çekilerek incelenen ve yeterlilik testi uygulanan numunenin %0.3'ünden daha azı spesifikasyonlara uymayacaktır.

C_p ve $C_{pk} < 1$ ise proste $\pm 3\sigma$, spesifikasyonlardan büyüktür. Bu durumda yeterlilik testi uygulanan numunenin % 0.3 ünden fazlası spesifikasyonlara uymayacaktır. (Akın, 1996)

4.9 Makine Yeterlilik Analizi

Makine yeterlilik indeksinin hesaplanış tarzı proses yeterliliğine benzemektedir. Bu indeks özel nedenleri göstermemektedir. Kısa zaman süreci içinde küçük sayıda numune verileri ile operasyon potansiyelini belirlemek için kullanılmaktadır. Kısa zaman süreci içerisinde yapılan bu tür çalışmalar sadece makinenin kendisinden gelen değişimleri tahmini olarak belirlemede kullanılmaktadır. Zaman içerisinde diğer operasyonlardan gelen etkileri yansıtmaz. Makine yeterliliğinde amaç $\pm 4s$ 'nin spesifikasyon limitleri içerisinde kalmasıdır.

Bu tür indekslerin hesaplanma şekli proses yeterliliği indekslerinin hesaplanma tarzına benzemektedir. Kullanılan temel mantık ve analiz yeteneği aynıdır.

Makine yeterlilik indekslerinde Cp ve Cpk yerine Cm ve Cmk indeksleri kullanılmaktadır. Kullanılan formüller ve hesaplanma tarzı aynıdır.

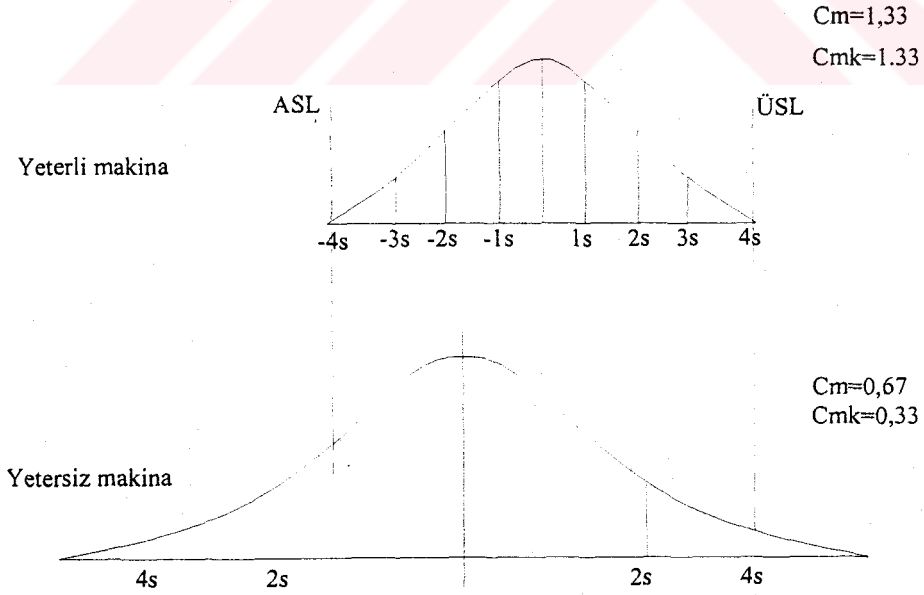
$$C_m = \frac{\text{Belirlenen Toplam Tolerans}}{6\hat{\sigma}} \quad (4.12)$$

$$C_{mk_{üst}} = \frac{\text{Belirlenen Üst Limit} - \bar{X}}{3\hat{\sigma}} \quad (4.13)$$

$$C_{mk_{alt}} = \frac{\bar{X} - \text{Belirlenen Alt Limit}}{3\hat{\sigma}} \quad (4.14)$$

formüllerleriyle hesaplanır.

Spesifikasyon limiti olarak $\pm 3s$ alınırsa ; Cm ve Cmk indeksleri bire eşit çıkacaktır. Eğer spesifikasyon limiti olarak $\pm 4s$ alınırsa; bu durumda Cm ve Cmk indeksleri 1.33 olarak bulunur. Hesaplanan makine yeterlilik indekslerinin normal dağılım eğrisi üzerinde gösterilişi aşağıdaki şekillerdeki gibidir.



Şekil 4.27 makine yeterlilik indekslerinin normal dağılım eğrisi üzerinde gösterilişi

(Akın, 1996)

4.9.1 Makine Yeterlilik Analizinin Yorumlanması

1. Çizilen çan eğrisinin her iki ucu da spesifikasyon sınır çizgilerini kesmiyorsa, makine yeterli ve %99.99 uygun parça imal ediyor demektir.
2. Çizilen çan eğrisinin bir ucu veya her iki ucu spesifikasyon sınır çizgilerini kesiyorsa makine veya tezgah yetersizdir. Bu durumun düzeltilmesi için orjinal yatay çizgiyi paralel olarak kaydıracak şekilde prosesin yayılmasını veya prosesin hem yayılmasını, hemde ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol altına alacak önlemleri almalıdır.
3. Makine yetersiz olduğunda isttistik seriye ait verilerin dağılımı ve standart sapması çok büyük demektir. Bu durum makinenn hatalı konumlanması, karmaşık ve çok hassas işleme toleransları, yatak aşınması v.v. gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Makine veya tezgahlarda önlemler alarak dağılım düzeltilirse, çizilen çan eğrisinin eğimini azaltmak suretiyle tezgah veya makine yeterliliğini artıracak şekilde ± 4 s limitleri içine yerleştirilmesi mümkün olabilmektedir.
4. Yatay çizginin ± 4 s'yi kestiği noktalar arasındaki mesafenin orta noktası ortalamayı vermektedir.
5. Yatay çizginin ± 4 s'yi kestiği noktalar arasındaki mesafe tahmini 8 s yeteneğini vermektedir. (Akin, 1996)

5. UYGULAMA

5.1 Ölçme Hazırlık İşlemleri

İmalatı yapılacak olan parçanın yapım aşaması, matematiksel modelin kılavuzluğunda hazırlanacak olan kalıbın strafor modelinin imalatıyla başlar. Bu imalat sırasında gözönünde bulundurulması gerekenler yapılacak dökümün özelliğine göre verilmesi gereken çekme payları ve konikliklerdir.

Yapılan bu çalışmada model ölçüleri orjinalden 5-10mm arasında büyük alındı.

Strafor modelin tamamlanmasından sonra CMM tezgahında boyutsal kontrolleri ~~Yapılan~~ işlem sırası ile şu şekilde yapılır;

5.1.1 CMM Tezgahının Sıfırlanması:

CMM tezgahı çalıştırıldıktan sonra, makinanın bilgisayarından “home” komutu seçilir ve tezgah prob kafası makinanın mutlak sıfır noktasına gider.

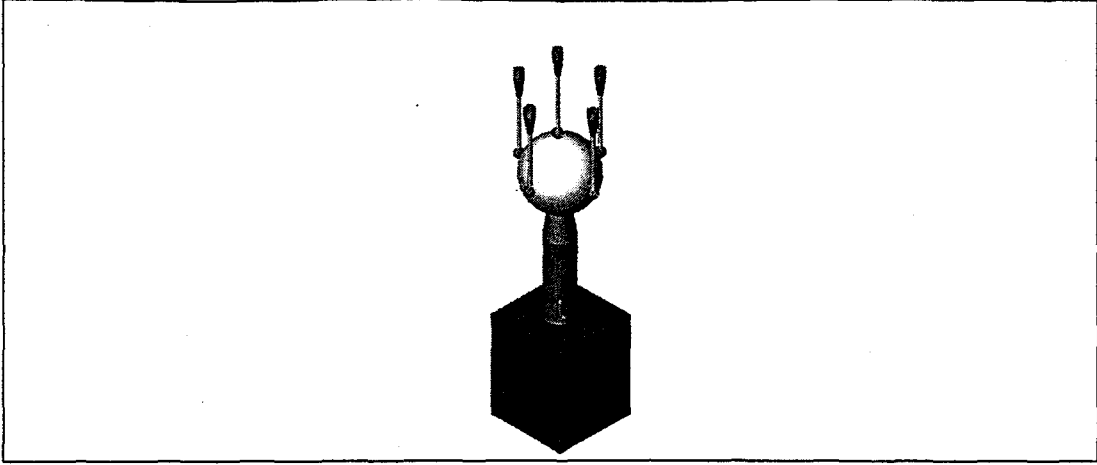
5.1.2 Prob Kalibrasyonunun Yapılması:

Prob kalibrasyonunun yapılmasındaki amaç;

- a) Prob ucundaki dokunma küresinin merkezinin belirlenmesi
- b) İş parçasına çeşitli yörüngelerde yapılabilecek olan prob yaklaşımlarında meydana gelebilecek olası kosinüs hatalarının engellenmesidir.

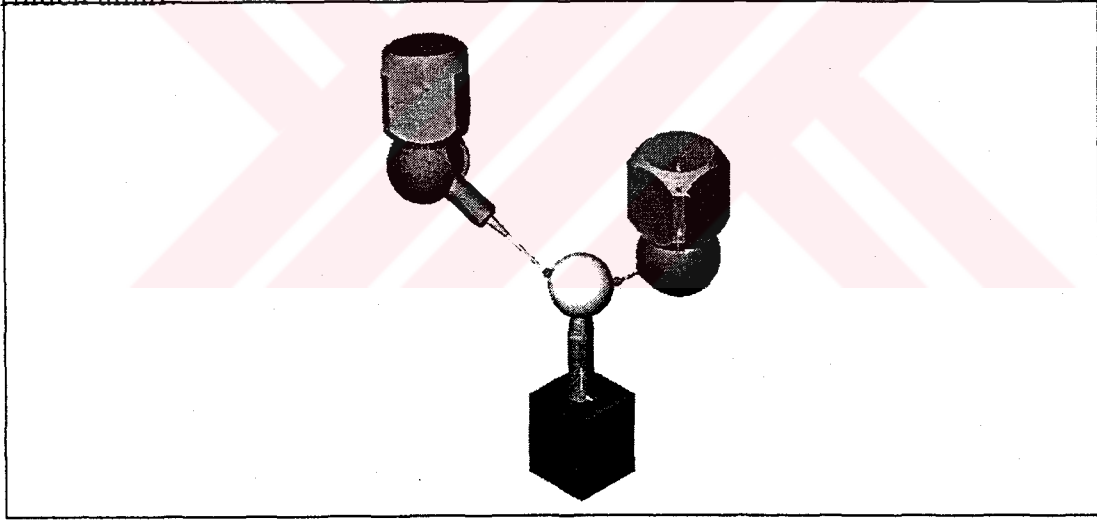
Prob kalibrasyonu, yüksek tamlıkta imal edilmiş kalibrasyon küresinde yapılır.

Geometrisinden dolayı, küre üzerinde farklı beş noktadan ölçüm yapılmalıdır. Küreye ilk temas tepe noktasından diğer dört temas yarıçap bölgesinden yapılmalıdır.



Şekil 5.1 Kalibrasyon küresine beş noktadan temas

Bu işlem her değişik yörünge için ayrı ayrı yapılmalıdır. Başka bir deyişle ölçülecek parçaya 4 değişik yörüngeden yaklaşıyorsa $4 \times 5 = 20$ nokta kalibrasyon küresi üzerinden alınır.



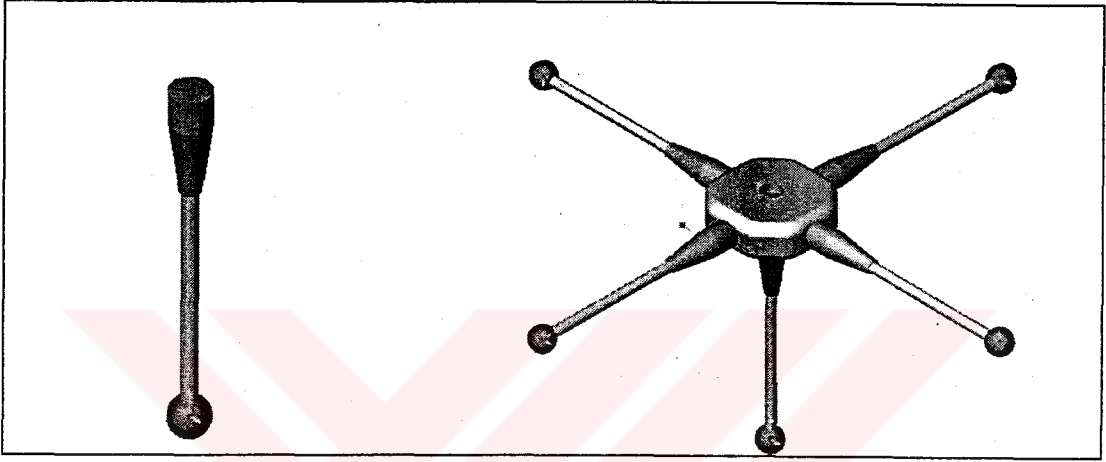
Şekil 5.2 Kalibrasyon küresine farklı yörüngelerden temas

Prob kalibrasyonu tamamlandıktan sonra diğer işlemlere geçilir.

5.1.3 Prob Numarası ve Sayısının Tanımlanması:

Bu işlem makinasının kendi mantık düzeninde kaç numaralı probu kullanacağını tarif etmek için yapılır.

Prob uçları da kendi aralarında kurulumlarına göre beşli, dördü, tek olarak ve ölçümü yapılacak iş parçasının geometrisine göre kısa veya uzun olarak ayrıldıklarından bunların da makineye tanıtılması gerekir.



Şekil 5.3 Prob tiplerinden örnekler

Yapılan bu işlem ile kullanılan bu ölçüm dosyasında program, hangi tip prob ile ölçüm yaptığını bilir.

5.1.4 Prob Ucu Küresi Çapının Tanımlanması:

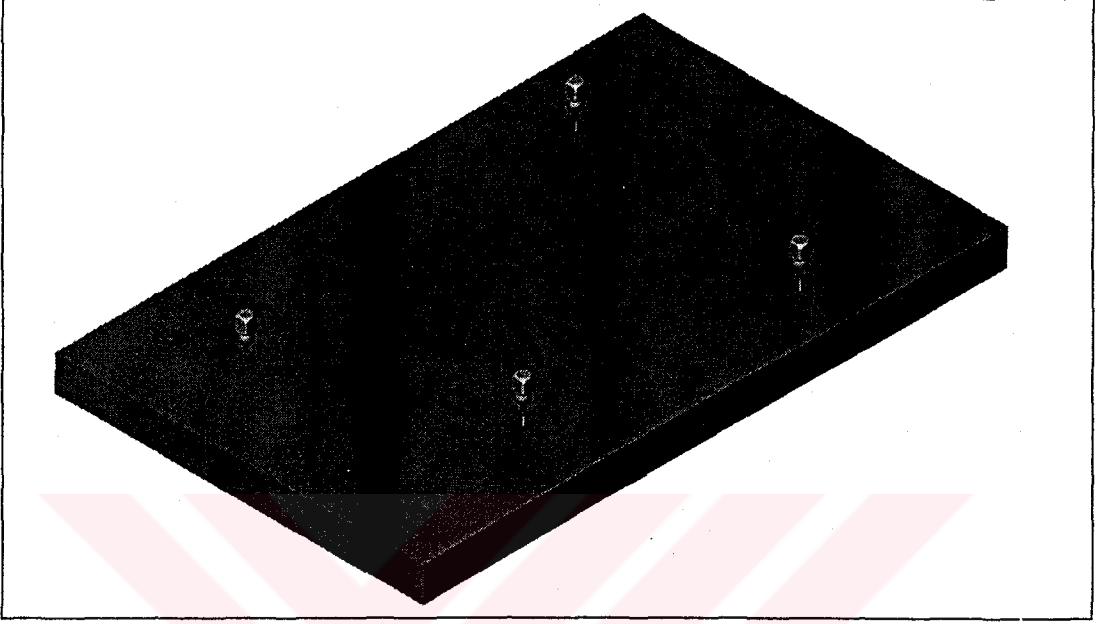
Makinanın ölçümlerini, prob ucu küresinin merkezini referans alarak yaptığı daha önce belirtilmişti. Buna dayanarak, makinasının programında prob yarıçapı telafisini gerçekleştirebilmesi için yarı çap değerinin bilgisayara girilmesi gerekir.

Bu işlemler yapıldıktan sonra ölçümü yapılacak strafor model CMM tablasına konumlandırılır. Konumlamada referans yüzey strafor modelin tabanıdır.

Bir objeyi 6 serbestlik dereceli olarak uzayda sabitlemek ve iş parçasının koordinatlarını makine koordinat sistemine adapte etmek yani hizalamak için 3-2-1 konumlama sistemine göre çalışma uzayını tanımlamak gerekir.

5.1.5 Düzlem Tanımlama:

Bilgisayar ekranından çalışılacak düzlem tanımlanır ve program bu düzlem üzerinden alınan dört noktadan geçen düzlemi hafızasında tanımlamış olur.

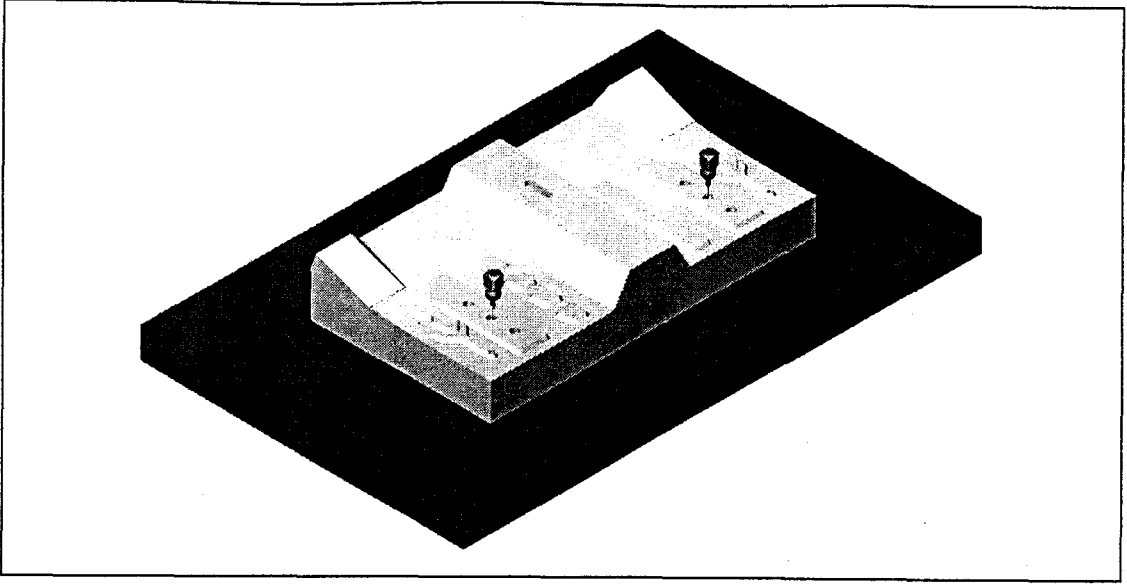


Şekil 5.4 Düzlem tanımlamak için alınan dört nokta

Yukarıda gösterilen dört nokta tanımlaması parçanın Z ekseninde sınırlandığı düzlemi gösterir. Düzlemi tanımlayan noktalar CMM tezgahı tablası üzerinden alınır.

5.1.6- Doğru Tanımlama:

Uzayda doğrunun tanımlanabilmesi için minimum iki nokta gerekmektedir. Bu iki nokta iş parçası üzerinden referans kabul edilebilecek bölgelerden alınır örn: delikler, düzlem kesişimleri v.b. ve alınan bu noktalar ile oluşturulan doğrunun X eksenine doğrultusunda olması tercih edilir.

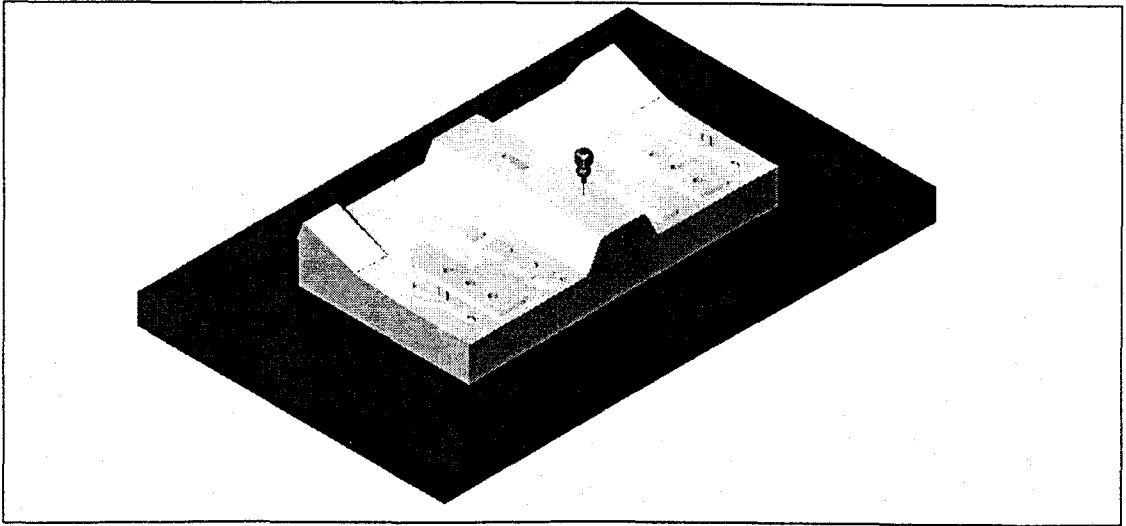


Şekil 5.5 İş parçası üzerinde doğru tanımlama

Programın menüsünden line komutu seçilir ve noktalar prob yardımıyla bilgisayara girilerek doğruyu tanımlamak için seçilen referans unsurları model üzerindeki delikler olarak belirlendi.

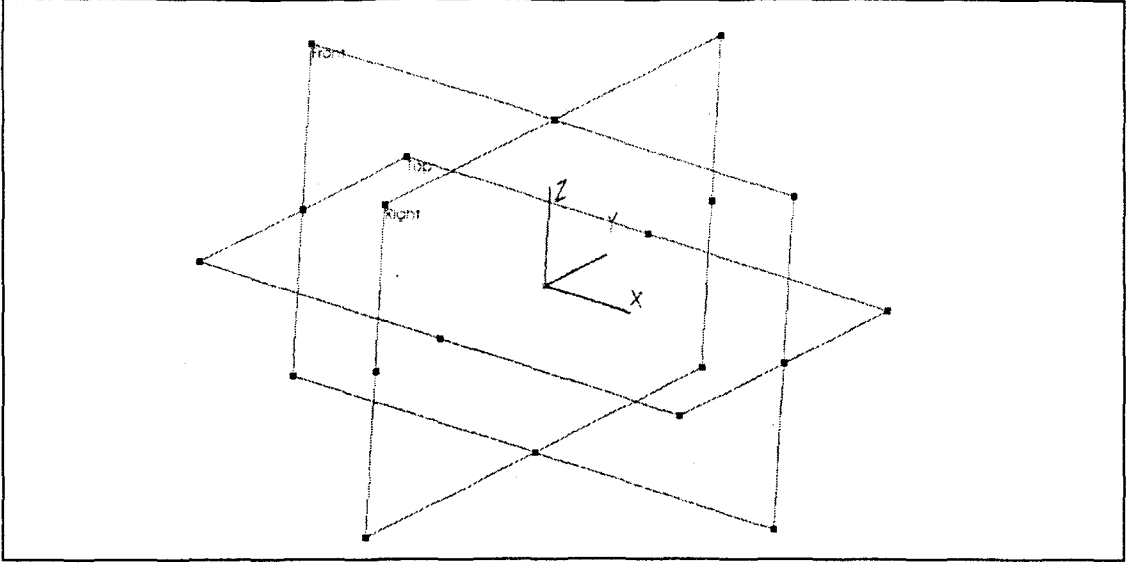
5.1.7 Nokta Tanımlama

Programın menüsünden point komutu seçilir ve nokta prob yardımıyla bilgisayara girilir. Nokta tanımlanmasında ise parça üzerinde düzlemsel bir yüzey tercih edilir. Bu işlemin yapılması ile 3-2-1 parça konumlama zincirinin son halkası tanımlanmış olur.



Şekil 5.6 İş parçası üzerinde nokta tanımlama

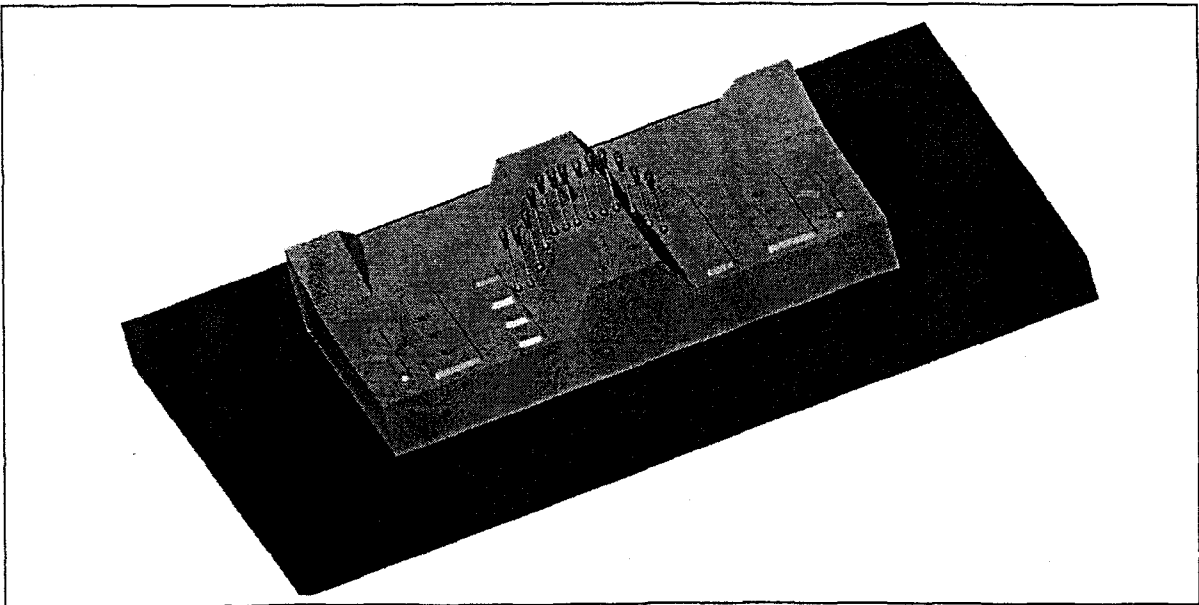
5.1.8 Düzlem Tanıtılması :



Şekil 5.7 Bilgisayarda düzlem tanımlama

Bu işlemlerden sonra iş parçası üzerinden tarama yapılacak yüzey seçilir.

Bu yüzey CMM tezgahında hangi düzlem referans alınarak taranacaksa o düzlem bilgisayara tanıtılır ve prob o yüzey üzerinde tanımlanan düzlemi kesit düzlemi kabul ederek nokta koordinatlarını alır, bu verileri bilgisayara gönderir ve bu noktalardan geçen bir spline oluşturur.



Şekil 5.8 İş parçası üzerinde tarama yapmak suretiyle nokta koordinatları alma

Yukarıdaki şekilde modelin prob ile nasıl tarandığı gösterilmiştir. Model üzerinden alınan noktalardan geçen spline ile matematik modeldeki eğri karşılaştırıldığında, şayet arada kabul edilemeyecek bir farklılık tesbit edilirse model üzerinde iyileştirme çalışması yapıldık kalıbın modelinin kontrolü zaten 5-10mm lik toleransa sahip olduğu için bu kontrol çalışmasından yüksek hassasiyet beklenmez.

Yapılan kontroller tamamlanıp strafor modelin istenilen kriterler arasında olduğunun onayı alındıktan sonra model döküme gönderilir.

5.2 Dökümden Gelen Kalıbın Kontrolü

Dökümden gelen kalıp üzerinde işlenmesi gereken, yani fonksiyonel özelliğe sahip olan yüzeyler, kenarlar kontrol edilir.



Şekil 5.9 Dökümden gelen kalıbın kontrolü

Bu kontroller yine kalıp üzerinde bulunan referans olabilecek unsurlara göre (ör: burç yuvaları) yapılır.

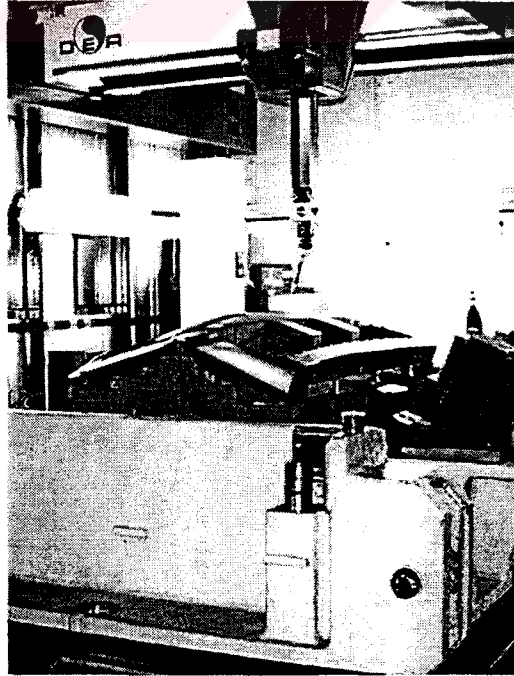
Yapılan bu kontroller sonucunda döküm kalıp üzerindeki yüzeylerin işleme payları belirlenir. Daha sonra kalıplar, belirlenen işleme paylarına göre NC freze tezgahlarında işlenir.



Şekil 5.10 Döküm kalıpların NC frezelerde işlenmesi

5.3 Bitmiş Kalıbın Ölçümü

Kalıba; kesme, derin çekme veya ütüleme kalıbı olmasına göre kesici bıçaklar, iticiler gibi elemanlar yerleştirilir ve kalıp bu son hali ile tekrar ölçülür.



Şekil 5.11 Bitmiş kalıbın ölçümü [4]

Bu ölçme işlemleri kalıp üzerindeki kritik noktaların uzaydaki koordinatlarının nominal değerler ile karşılaştırılması veya kritik eğrilerin CAD programı üzerinde çalıştırılarak karşılaştırılması şeklinde yapılır.

Yapılan çalışmada ön göğüs sacı derin çekme üst göbek kalıbının yüzey kontrolleri yapılmıştır. Çalışmada kalıp üzerindeki belirlenen noktalardaki X, Y, Z koordinatlarından sapmalar belirlenmiştir. Kalıp üzerinden alınan 250 ölçüm noktasının sadece 18 tanesi istenilen limitlerin dışında çıkmıştır. Yapılan ölçümlerle ilgili sonuçlar Ek 1 de verilmiştir.

5.4 Şekillendirilmiş Ön Göğüs Sacının Ölçümü

Yapılan bu kontrolden onay alındıktan sonra deneme imalatına geçilir.

Deneme imalatından gelen sac parçalar da kalıp imal ve bakım kısmında kontrol edilir.

Uygulaması yapılan çalışmada ön göğüs sacının kontrolü 3 kısımda yapılmıştır.

1. Kesme kontrolü
2. Delik kontrolü
3. Büküm kontrolü

Sac parça ölçümüyle ilgili çalışmanın sonucu Ek 2 de verilmiştir.

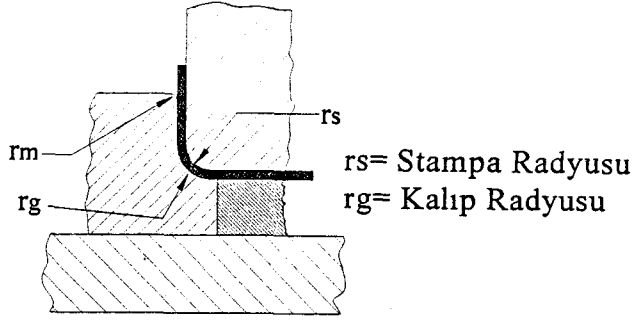
Kesme kontrolü ölçümlerinde elde edilen hatalar kesici bıçaklardan meydana gelmektedir. Bunları önlemek için kesici bıçakların konumlarının tekrardan ayarlanması ve bileme işlemleri gibi iyileştirme çalışmaları yapılır.

Delik kontrollerinde elde edilen hatalar zimbalar ve bunların dişi karşılıklarındaki hatalardan meydana gelmektedir. Bu hata türleri zımba ve matris eksenlerinin çakışmaması, zımba ve matrisin iyi bilenmemiş olması, kesme boşluklarının yanlış verilmesi gibi sebeplerden meydana gelmektedir.

Büküm kontrolü ölçümlerinde elde edilen hatalar birkaç kısımda incelenebilir. Bunlardan ilki gereken pres basakısının verilmemesidir. Bu hatanın kontrolü vuruş stampalarıyla yapılır. Eğer kuvvetin uygulanması gereken yerde stampanın bıraktığı form uygun değilse o bölgeye gelmesi gereken kuvvetin gelmediği anlaşılır ve buna göre

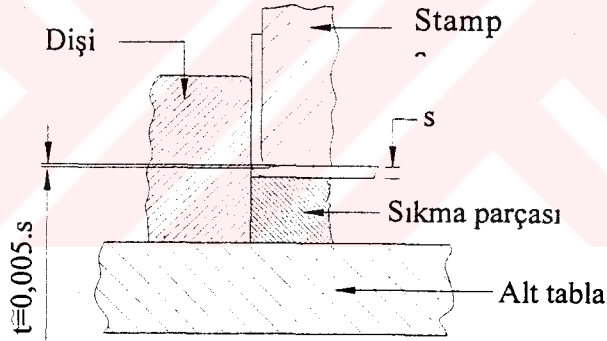
gerekli kuvvet düzenlemesi yapılır. İkinci bir hata tipi kalıptaki yüzeylerin tam olarak oturmamasıdır. Bunun sebebi, tasarım hatası veya operatörün parçayı iyi işleyememesidir. (Siemens A.G. Sac kalıpları 2)

Üçüncü hata tipi ise geri yaylanma hatasıdır. Bu tip hataların giderilme şekilleri şöyledir:



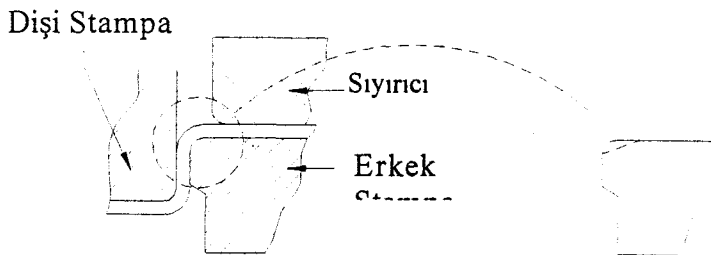
Şekil 5.12 Dişi kalıp radyusunun büyütülmesi (Siemens A.G. Sac kalıpları 2, 1998)

Şekil 5.12 de görüldüğü gibi dişi kalıp radyusunun büyütülmesi



Şekil 5.13 Büküm köşesine çıkıntı verilmesi (Siemens A.G. Sac kalıpları 2, 1998)

Şekil 5.13 de görüldüğü gibi bükme köşelerine, stampaya verilmiş olan az bir miktar çıkıntı sayesinde basılır, dolayısıyla o yerdeki geri yaylanma hareketi engellenebilir.



Şekil 5.14 Kalıbı traşlama bölgesi

Şekil 5.14 de gösterilen kısmın taşlanması yoluna gidilebilir. Bu yöntem düşük geri yaylanmalarda kullanılan bir yöntemdir.

Yapılan bu deneme imalatında parça onay aldıktan sonra, parçanın boyutsal tamlığının imalat süresi boyunca devamlı olarak sağlanıp sağlanmadığının kontrolü açısından İPK laboratuvarında ölçme kontrol çalışmaları yapılır.

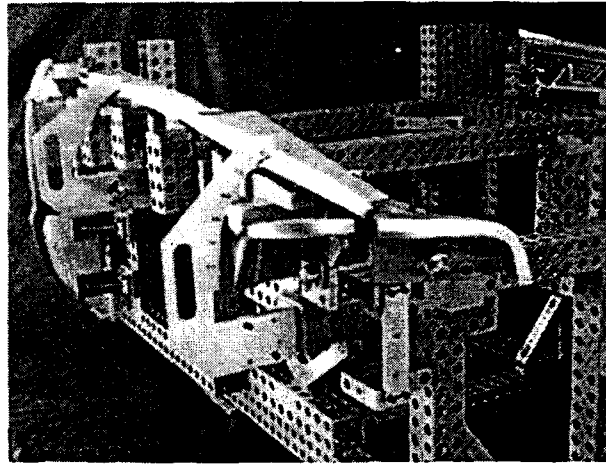
İPK laboratuvarında parça ölçümüne başlanmadan önce birtakım konumlama elemanlarının hazırlanması gerekmektedir.

5.5 Konumlama Elemanlarının Tanıtılması ve Parça Ölçümü Hazırlıkları

Büyük ve karmaşık parçaların tezgah üzerinde tutturulması ve referanslanması zor bir işlemdir. Bunun için geliştirilmiş tutturma sistemlerini rijit ve esnek olarak iki grupta inceleyebiliriz. Buradaki rijitlik kavramı mukavemet bakımından değil değişikliklere adapte olmak bakımındandır.

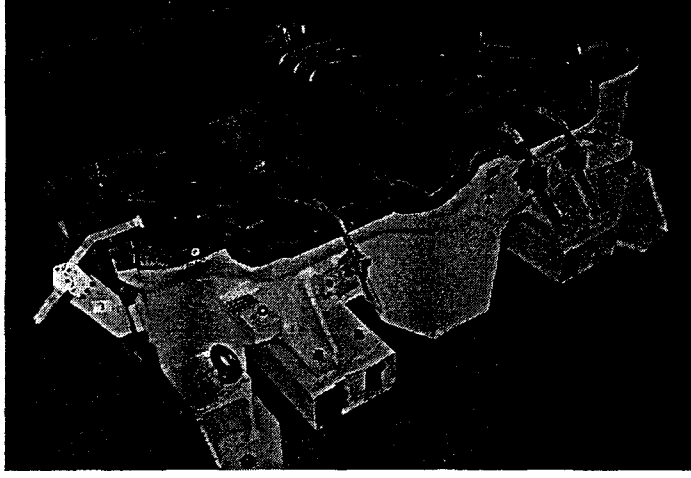
5.5.1 Rijit Tutturma Sistemleri

Bu sistemler parçaya özeldir. Yani bir sac parça için yapılırlar ve o imalattan kalkana kadar başka bir parça için kullanılamazlar. Rijit tutturma sistemleri sadece taşıyıcı olabildiği gibi master olarak da tasarlanabilirler. Taşıyıcılar sadece sacı referans noktalarından tutarak sabitlerler ve sadece ölçme tezgahlarına yönelik kullanılırlar. Şekil 5.15



Şekil 5.15 Rijit tutturma sistemi [11]

Mastarlar parçanın gözle veya kumpas gibi ölçme takımları ile elde ölçülebilmesi için gerekli referans yüzeylerini içerirler. Bu yüzeyler genellikle parça yüzeylerinden 5 mm aşağı ofsetlenmiş yüzeylerdir .Şekil 5.16



Şekil 5.16 Ön göğüs sacı kalibrosu (TOFAŞ, 2002)

Mastarlar üzerinde de CNC ölçme tezgahlarında ölçme yapılabilir fakat biniler kapalı olduğundan buralara probun girmesi zordur. Mastarlar daha çok otokontrol amacıyla kullanılırlar. (Sevinç, 1998)

Ön göğüs sacı imalatında da rijit tutturma sistemlerinden (kalibro) yararlanılmıştır ve ölçümleri de yapılmıştır.

5.5.1.1 Kalibro Ölçümü

Kalibro da yapılan ölçümler kalibro üzerindeki 3 referans küre baz alınarak yapılmaktadır. Bu küreler referans alınarak, imal edilmiş sac parçanın ölçülerinin arabadaki koordinat eksenini üzerinden, yani sac parçanın araba üzerinde bulunduğu konumdaki koordinatlarının referans alınarak kontrollerinin yapılması amaçlanmaktadır.

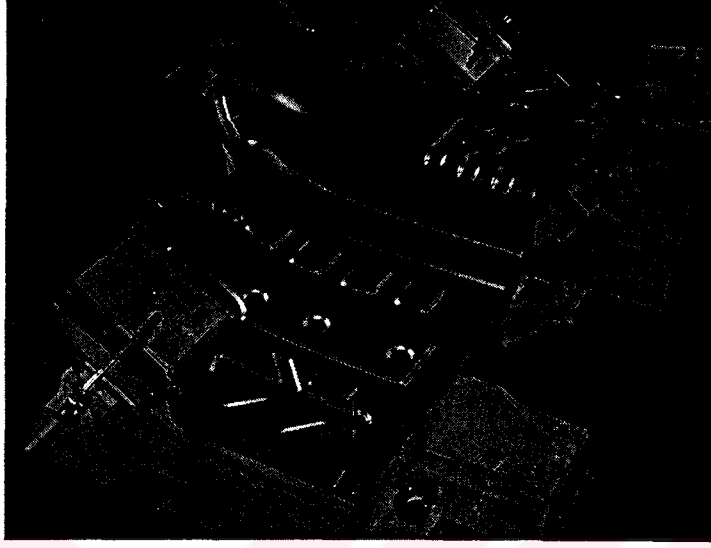
Kalibro ölçümü 4 aşamada yapılmıştır, bunlar:

1. Delik Çaplarının kontrolü:

Kalibro üzerindeki 15 adet deliğin çapları ölçülmüş ve hepsinin de 0.1mm toleransının içinde olduğu görülmüştür.

2. Referans Kürelerinin Sıralarının belirlenmesi:

Referans kürelerinin sıraları, kendi etiketleri üzerlerinde verilmiştir ve sac parçanın konumu bu kürelere göre belirlenir. Kalibronun etrafında 3 adet bulunmaktadır.



Şekil 5.17 Kalibro ve referans küresi (TOFAŞ, 2002)

Çizelge 5.1 Ön göğüs sacı kalibrosunun referans kürelerinin koordinatları

	X	Y	Z
1. Küre	289.25	494.42	-12.09
2. Küre	289.62	-494.09	-12.32
3. Küre	989.81	-119.76	-12.52

3. Referans Noktalarının Kontrolü:

Kalibrodaki referans noktaları, sac parçaya temas edilen noktalardır. Hassas işlenmişlerdir ve silindirikler. Ön göğüs sacı üzerinde 14 adet referans noktası vardır ve yapılan ölçümde hepsi belirlenen tolerans aralığında çıkmıştır.

4. Yüzey kontrolü:

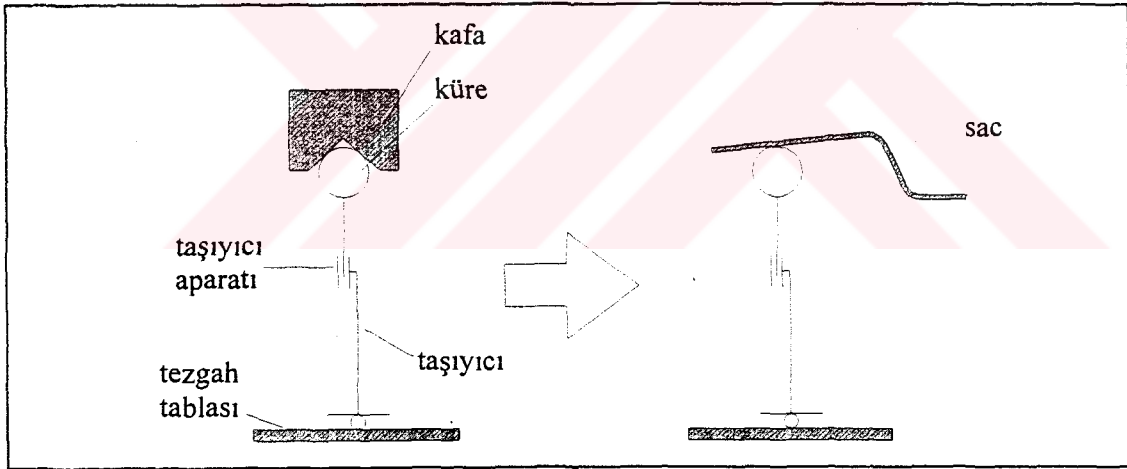
Yüzey kontrolü; Sacın çevresi, form verilmiş yüzeyler ve çevreleri, ön taraf kesim yüzeyi kontrolü, çevre kesimi kontrolü ve deliklerin kontrolü olarak 5 kısımdan oluşmuştur.

Ön göğüs sacı kalibrosu ölçüsel kontrol raporu Ek 3 de verilmiştir

5.5.2 Esnek Tutturma Sistemleri

Tuturma sisteminin en önemli kısımları parçaya değen uçlarıdır. Parçanın hassas bir şekilde konumlanması direk ölçme hassasiyetini etkilediğinden bu kısımların konumlanması çok önemlidir. Bu kısımlar parça yüzeyinde dokunacakları alana göre işlenmekte bu yüzden tutturma sistemleri parçaya özel yani rijit olmaktadır.

Nümerik kontrollü tezgahın en önemli avantajlarından birisi esneklik getirmesidir. NC tezgahta rijit bir tutturma sistemi kullanmak tezgah kapasitesini yeterince değerlendirmemek demektir. Esnek tutturma sistemlerinin temel prensibi de tezgah esnekliğiyle tezgah probunu tezgah hacmi içinde istenilen koordinatta hassas olarak konumlanabilmesi esnek tutturma sistemlerinin kurulmasını sağlamıştır. Bu sistemlerin temel prensibi tezgah probu yerine bağlanan konumlayıcı bir kafa ile esnek bir fikstür üzerindeki kürenin konumlanmasından ibarettir. Böylelikle kürenin sac parçaya deydği nokta hassas olarak konumlanmış olur. Şekil 5.18 de bu prensip şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.18 Hassas konumlama prensip şeması (Sevinç, 1998)

Temel prensip konstrüksiyon sistematığı açısından ele alındığında prensibi gerçekleyecek elemanlar : Kafa, küre, taşıyıcı aparatı, taşıyıcıdır. Bu elemanlar ve fonksiyonları aşağıda tarif edilmiştir. (Sevinç, 1998)

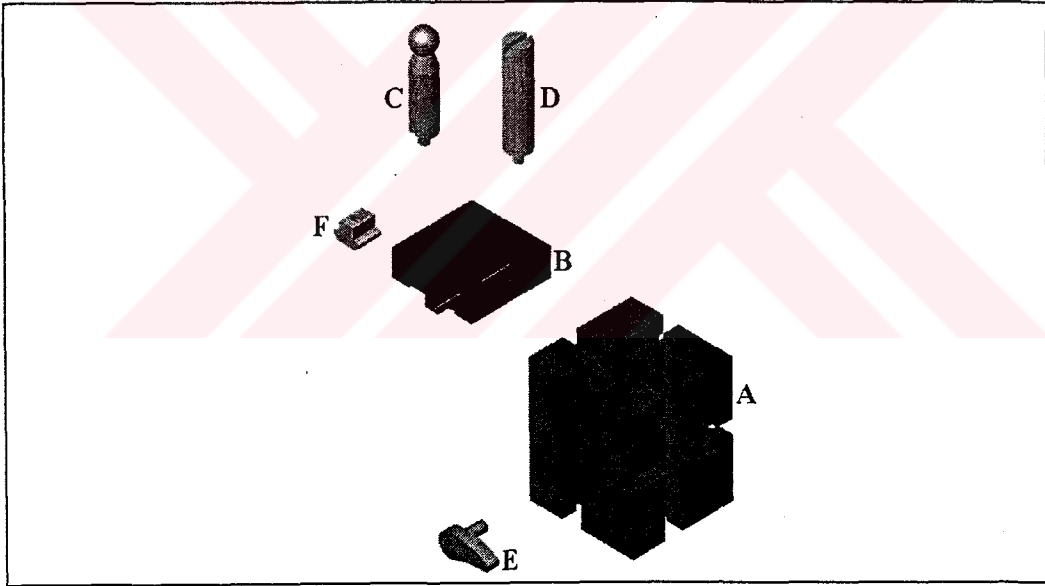
5.5.3 Standart Modüller

Fonksiyonelliğe sahip modüller 2 alt kategoriye ayrılırlar:

- Destek modülleri; fikstürlenene parçaya destek ve referans olarak hizmet sunar.
- Kenet (klemp) modülleri; Parçayı kenetleme görevini yerine getirir.
(DEA, 1996)

5.5.3.1 Destek Modülleri

DEA'nın destek modülleri, kolonun üstünde konumlandırılabilen parçaya destek ve referans sağlayan elemanlardan meydana gelir. Aşağıdaki Şekil 5.19 mümkün modül kombinasyonlarını gösterir.



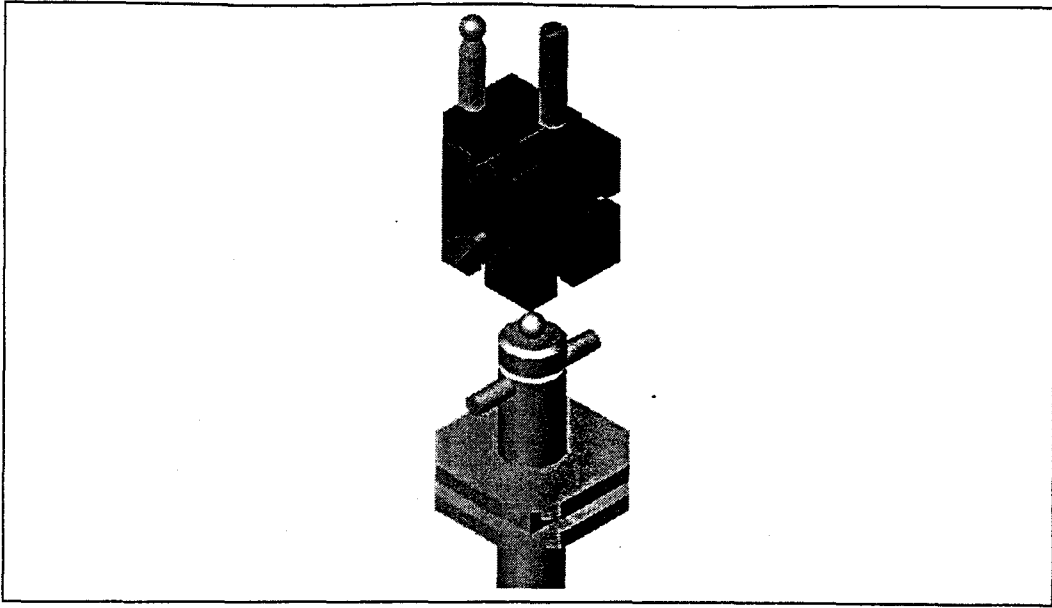
Şekil 5.19 Destek modülü ve elemanları

5.5.3.1.1 A - Destek Kaidesi

Destek kaidesi, konumlayıcı kolon üzerindeki hassas küre üzerine oturtulur. Alt tabandaki girintiler kolon silindirlerine göre ortagonal olarak iki yönde parçayı sınırlar. Destek kaidesi üzerindeki kırmızı noktada geçme için referans sağlar.

Bu yüz destekleyen modül için belirlenen oryantasyon kodu yönüne bakmalıdır.

0 → +X, 1 → +Y, 2 → -X, 3 → -Y



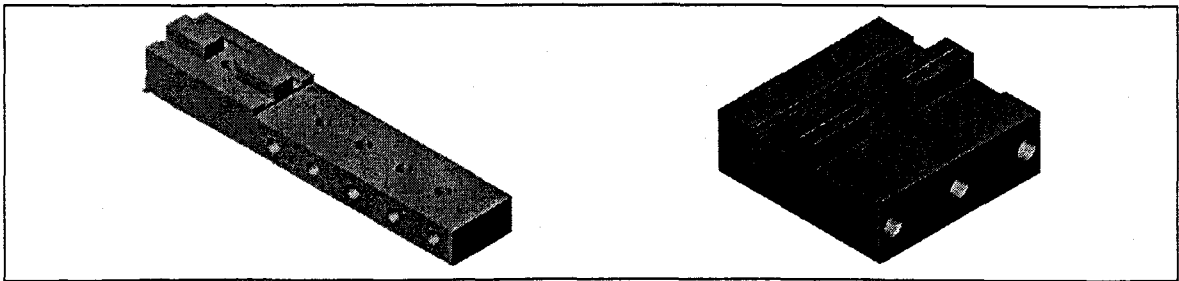
Şekil 5.20 Modülün kolon üzerine oturtulması

Modül kolon üzerine bastırılarak silindirlerin yuvaya oturmasıyla takılır. Daha sonra modül kilit kolu yardımıyla kilitlenir.

Girintiler de tabanın pozisyonu gibi kolon silindirleri merkezinden belirli mesafede uzaklıktadır. (DEA, 1996)

5.5.3.1.2 B - Slideler

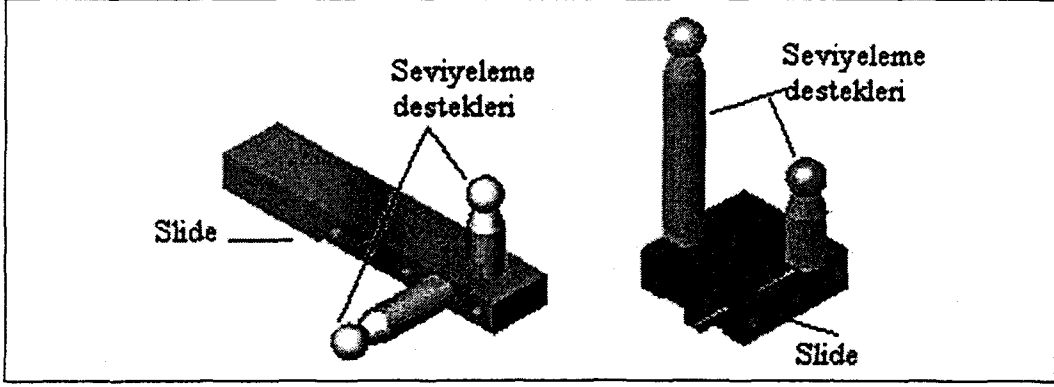
Destek tabanının her bir kanallı yüzeyine diğer bir modül elemanı olan slide oturtulabilir. Bunun için bir T kanal somunu slide'ı destek tabanı kanalına tutturmak için kullanılır. Daha sonra slide kanal boyunca herhangi bir yerde konumlandırılabilir. Aşağıda slide türleri örnekleri görülmektedir. (DEA, Five U-nique User's Manual, 1996)



Şekil 5.21 Slide çeşitleri

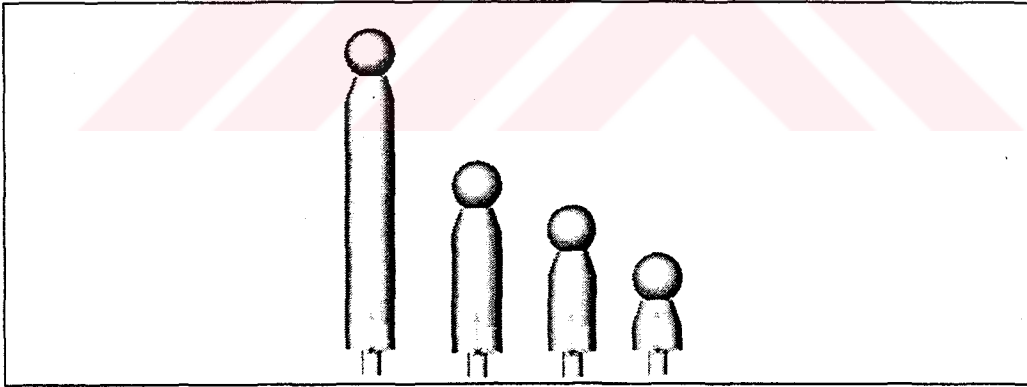
5.5.3.1.3 C - Seviyeleme Destekleri

Bir veya daha fazla destekleme elemanı fikstürlenecek parça için slide'a bağlanabilir. Standard seviyelendirme desteği silindir bir çubukla bütünleşmiş hassas bir küreden yapılmıştır. Çubuğun altındaki vida ile slide'a bağlanır.



Şekil 5.22 Seviyeleme destekleri ve slide türlerindeki konumları

Modülün fonksiyonuna göre parçayı desteklemede farklı uzunluk kombinasyonlarıyla sunulabilir. Aşağıda bu uzunluk kombinasyonlarından bazıları gösterilmiştir.

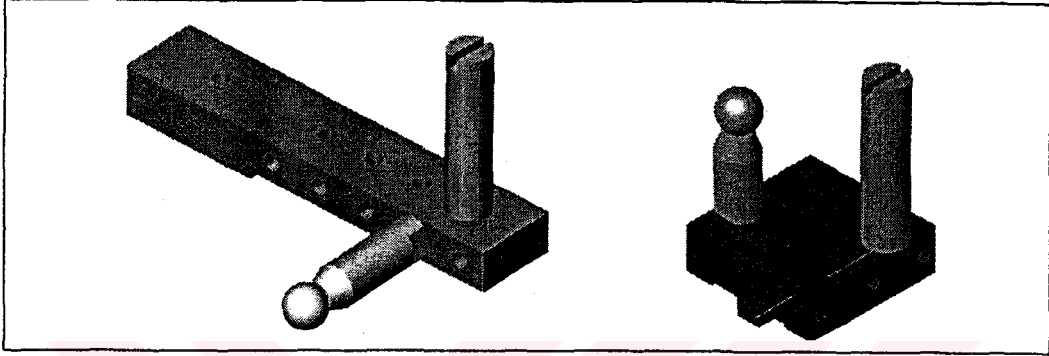


Şekil 5.23 Seviyeleme destekleri uzunluk kombinasyonları

Kürelî seviyelendirme desteği parça yüzeyi normaline tek noktadan destek verir. Şayet tek küresel uçlu destek modül üzerine oturtulursa buna geleneksel tip (tek nokta destek tipi) denir. Eğer birden fazla küresel uçlu destek modül üstüne oturtulursa buna NETPAD modülü denir. (DEA, 1996)

5.5.3.1.4 D - Kılavuz Pimleri

Slide'a fikstürlenmiş parçaya kenar referansı sağlamak amacıyla, slide üzerine oturtulmuş bir veya daha fazla silindirik pim ile kullanılabilir. Seviyelendirme destekleri gibi, kılavuz pimlerinin de slide'a bağlanması için vidalar vardır. Kılavuz pimler, modül tarafından sunulan ortalama desteklere göre parça pozisyonunu düzeltebilirler.



Şekil 5.24 Kılavuz pimleri ve slide üzerindeki konumları

Modüllerin genel şekline bağlı olarak pim durdurucu veya gerçek statik destek olarak da hizmet edebilir. (DEA, 1996)

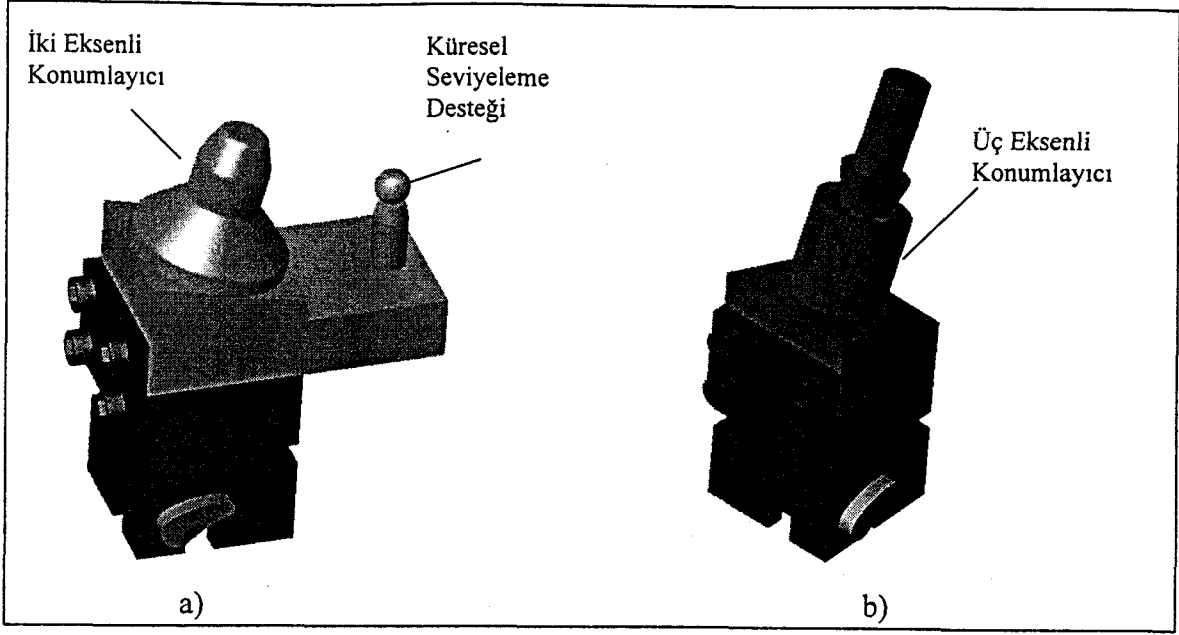
5.5.3.1.5 E - Kilit Kolu

Konumlayıcı kolon üzerine modül setini kilitlemeye veya ayırmaya yarayan koldur.

5.5.3.1.6 F - T-Kanal Somun

Destek elemanı üzerine slide'ı bağlamaya yarayan bağlantı elemanıdır.

Yukarıda anlatılan genel maksatlı modül tipinin yanısıra özel maksatlar için de tasarlanmış modüller vardır. Bunlar şu şekildedir;



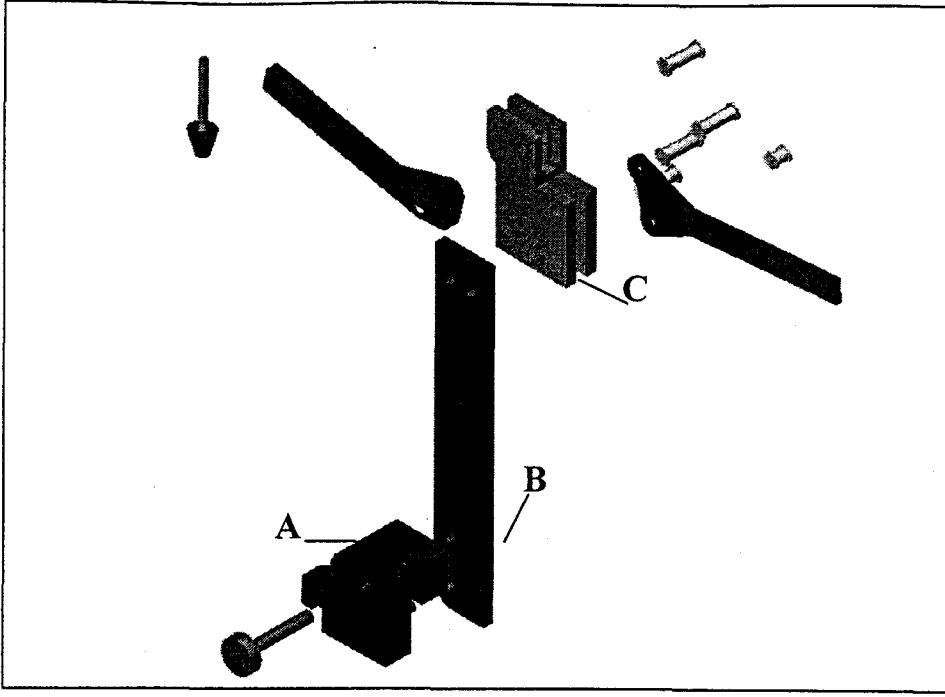
Şekil 5.25 Modül setleri

Şekil 5.26 a da gösterilen modül seti, küresel seviyeleme desteği ile ölçümü yapılan parçayı Z ekseninde sınırlar. İki eksenli konumlayıcı ise parçanın özelliğine göre üzerinde bulunan fonksiyonel bir deliğe (kapı kilidi deliği) veya ölçüm için özel açılmış bir deliğe geçirilerek parçayı X ve Y eksenlerinde sınırlayabilir.

Şekil 5.25 b deki modül seti ise üzerindeki vidalı pim sayesinde ölçülen parçayı üç ekseninde sınırlar.

5.5.3.2 Kenetleme Modülleri

DEA kenetleme modülleri, destek modellerinden ayrı ve bağımsızdırlar. Destek modülleri, kenet modülleri ayrı olarak kolon sütunu üzerine bağlandığında, kolon taşıyıcı sütununun üzerindeki küre üzerine oturtulur. Şayet fikstürlenmiş parça direk olarak kolon üzerine oturtulabiliyorsa, kenet modülü tek olarak da kullanılabilir veya destek modülü kombinasyonları ile beraber parçayı da destekler. Şu unutulmamalıdır ki kenet modülü metrolojik bir referans olarak çalışmaz, sadece tutturma fonksiyonu (DEA, 1996)



Şekil 5.26 Kenetleme modülü ve elemanları

5.5.3.2.1 A - Kenet Tabanı

Klemp tabanı kolonun sütun gövdesine bağlı bir yapıdır. Bir taşıyıcı yardımıyla sütuna bağlantısı sağlanır. Taban sütuna, sütun üzerindeki çerçevede dört ayrı yönde bulunan T kanalı ile bağlanır.

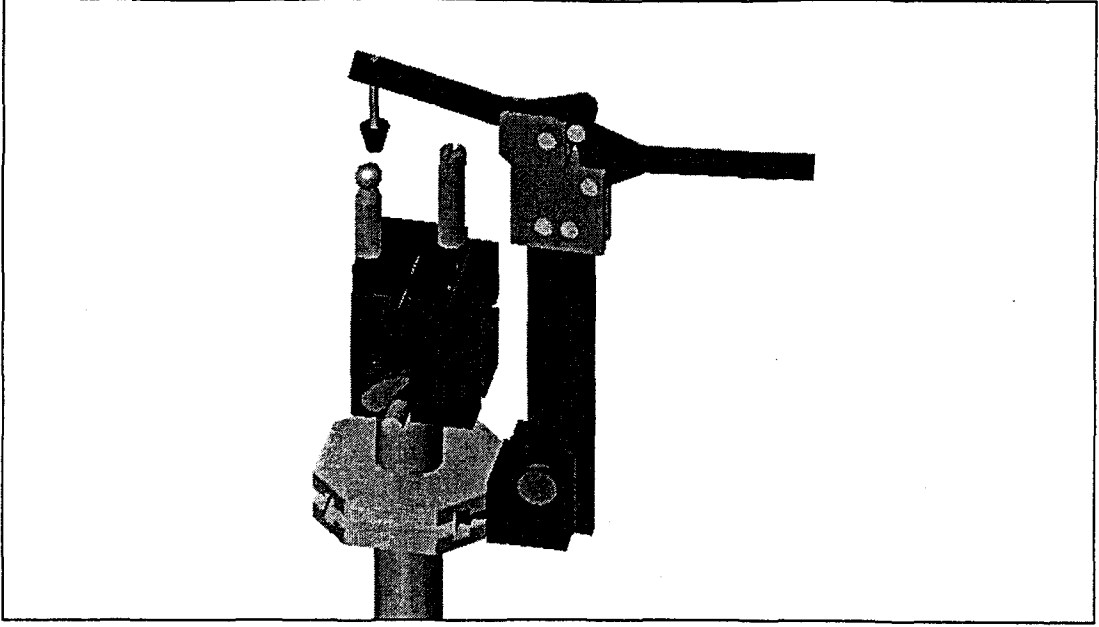
5.5.3.2.2 B - Taşıyıcı

Taşıyıcı kenet tabanına, kenetin ana parçasını taşımak için tutturulur.

5.5.3.2.3 C - Kenet Tutucu

Bu parça kenetlemeye yarayan mekanizmayı birarada tutan parçadır. Kenetleme kolları bu tutucu üzerinde hareket eder.

Aşağıdaki şekilde destek ve kenet modüllerinin kolon sütunu üzerinde bir arada bulunduğu bir kombinasyon görülmektedir.



Şekil 5.27 Destek ve kenet modüllerinin kolon üzerindeki görünümü

5.5.4 Kolonlar

Kolonlar five unique esnek fikstür sisteminin temel elemanlarıdır. Fikstürleşmiş parçalara destek olarak çalışırlar ve birçok çeşidi bulunur. Kolonların sayısı ve tipi yapılacak olan uygulamaya bağlıdır. (DEA, 1996)

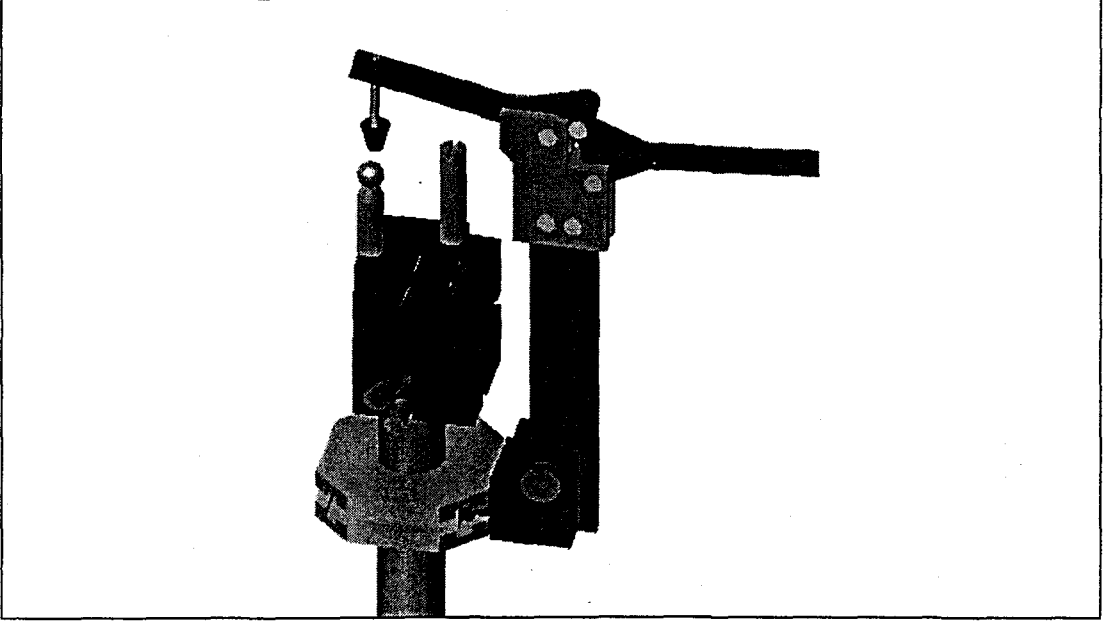
5.5.4.1 Gereksinimler

Kolon tiplerinin hepsi oturma tabanları toz ve yağ tarafından zarara uğramadan korunmalı ve taşınmalı. Bunun ötesinde metrolojik tamlığı garanti etmek için üzerine oturduğu tabla düzlemsellik toleranslarıyla buluşmalı. (DEA, 1996)

5.5.4.2 Kolonların Tezgah Tablasına Bağlama Metodu

Kolonların tezgaha bağlanmasının iki yolu vardır;

- 1- Mekanik bağlantı: Bu yöntemde kolonlar tezgah tablası üzerinde bulunan deliklere vidalanmak suretiyle bağlanırlar
- 2- Manyetik bağlantı: Kolonlar ferro magnetik malzemedden yapılmış manyetik tutturmalı kolon kullanılarak bağlanır.



Şekil 5.27 Destek ve kenet modüllerinin kolon üzerindeki görünümü

5.5.4 Kolonlar

Kolonlar five unique esnek fikstür sisteminin temel elemanlarıdır. Fikstürleşmiş parçalara destek olarak çalışırlar ve birçok çeşidi bulunur. Kolonların sayısı ve tipi yapılacak olan uygulamaya bağlıdır. (DEA, 1996)

5.5.4.1 Gereksinimler

Kolon tiplerinin hepsi oturma tabanları toz ve yağ tarafından zarara uğramadan korunmalı ve taşınmalı. Bunun ötesinde metrolojik tamlığı garanti etmek için üzerine oturduğu tabla düzlemsellik toleranslarıyla buluşmalı. (DEA, 1996)

5.5.4.2 Kolonların Tezgah Tablasına Bağlama Metodu

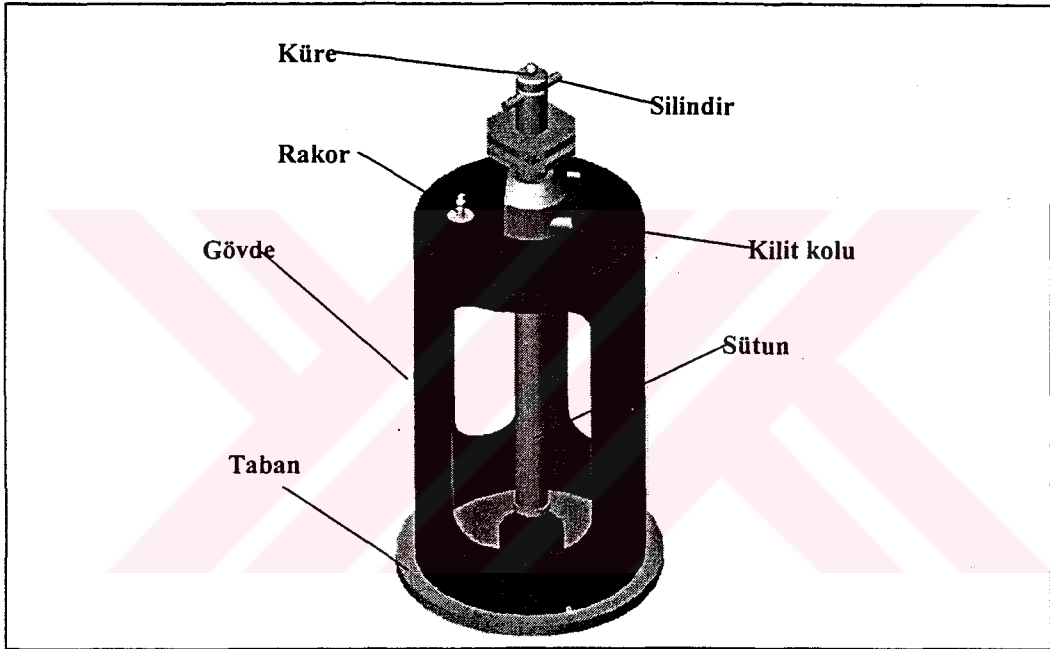
Kolonların tezgaha bağlanmasının iki yolu vardır;

- 1- Mekanik bağlantı: Bu yöntemde kolonlar tezgah tablası üzerinde bulunan deliklere vidalanmak suretiyle bağlanırlar

2- Manyetik bağlantı: Kolonlar ferro magnetik malzemeden yapılmış manyetik tutturmalı kolon kullanılarak bağlanır.

Yapılan çalışmada kullanılan kullanılan kolon tipi ferro magnetik malzemeden yapılmış manyetik tutturmalı kolondur.

Kolonlar tabanıyla bütünleşik bir yapı oluşturur. Sütun kolondan dışarıya dik çıkar ve manuel olarak konumlandırılabilir. Kolonun destek sonu elemanı bir küredir. Fikstür parçasına destek olarakda kullanılabilir. Aksi halinde destek modülü destek sonuna yerleştirilebilir.



Şekil 5.28 Kolon ve elemanları

5.5.4.3 Kolon Destek Sistemi

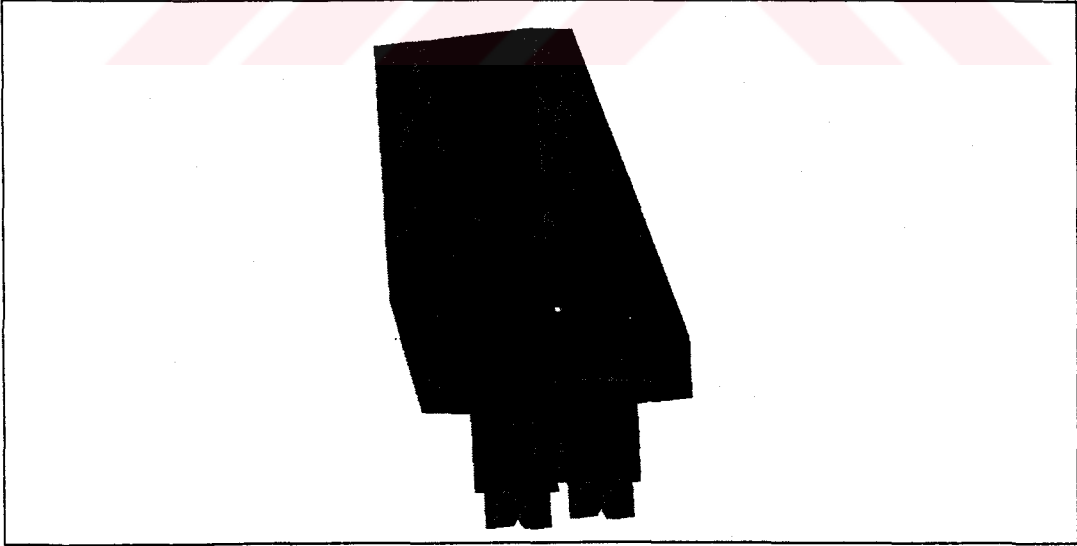
Makine Tablası üzerinde kolay ve güvenli çalışmak için kolonlar pnömatik sistem ile donatılmıştır. Bu sistem makinenin pnömatik sistemiyle birleşmek zorunda olan sıkıştırılmış hava enjektörü kullanılır. Enjektör kolonun tabanından hava kaldıracı üretir ve buda kolonu düzlem tabla üzerinde serbestçe yüzmesini sağlar. Kolonun tabanındaki enjektörlere hava gönderen rakor kolonun üzerinde bulunur ve bir anahtar yardımıyla kolonu tabla üzerinde sabitler veya hareket ettirir. (DEA, 1996)

Çizelge 5.2 Kolon boyutları (DEA, 1996)

FIVE UNIQUE Mekanik veya Manyetik Kolonlar					
		CM, CF Kolonları		CMHA Kolonları	
Sınıfı	Çalışma Boyu	Min Yüks.	Maks. Yüks.	Min Yüks.	Maks. Yüks.
50	55	320	375	361	416
100	100	365	465	406	506
200	200	465	665	506	706
400	400	665	1065	706	106
500	513	778	1291	819	1332

5.5.5 Referanslama Elemanı

Referanslama elemanı pozisyonlamada anahtar bir rol oynar. Referanslama elemanı ölçme makinasının koluna tutturulur ve operatörü, kullanılan bir kolon için küreyi X, Y, Z pozisyonunda yerleştirmeye izin verir.



Şekil 5.29 Referanslama elemanı

5.5.5.1 Gereksinimleri

Genelde operatörün kolon sistemlerini kullanmasından önce referanslama elemanı yüklenmiştir. Sistemin yüklenmesi sırasında şu operasyonlar yapılmalıdır:

- Referanslama aleti makinanın eksenine hassas bir şekilde hizalanmalı. Sonuç olarak destek modüllerinin ofsetleri, eğer varsa, bilinen doğrultular boyunca olacaktır.
- Referanslama aleti kendi ofsetlerini hesaplayacak özelliktedir. Bu hesaplanan fikstür noktaları ve gerçek fikstür noktaları arasındaki farklılıkları önlemek için gereklidir.

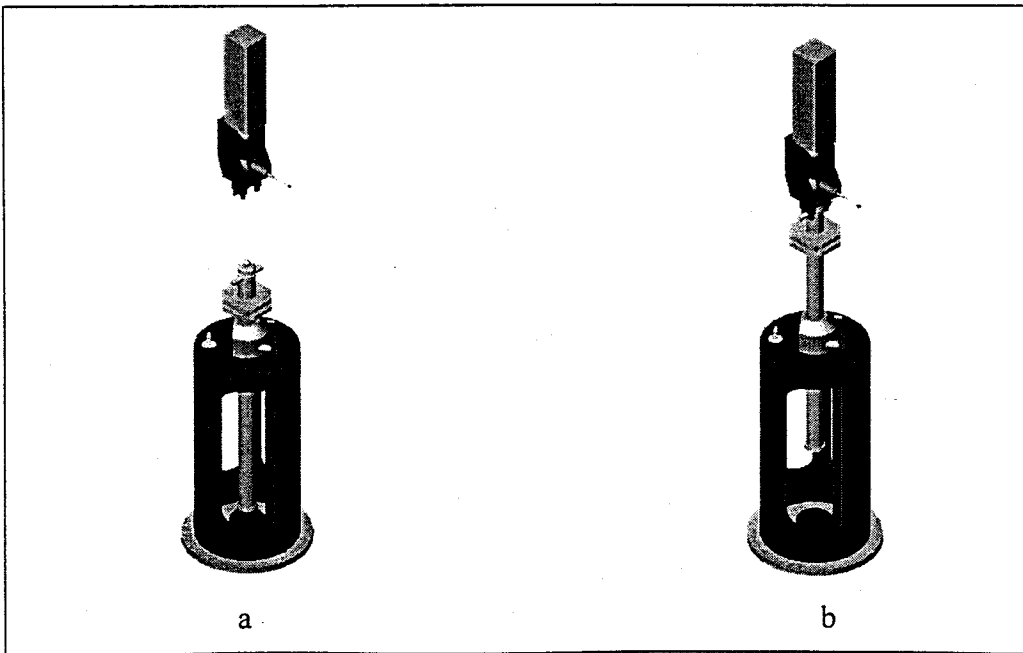
Sistem kullandığında, zaman zaman tekrardan hizalanmak zorundadır.

(DEA, 1996)

5.5.5.2 Referans Elemanı Kullanımının Prensipleri

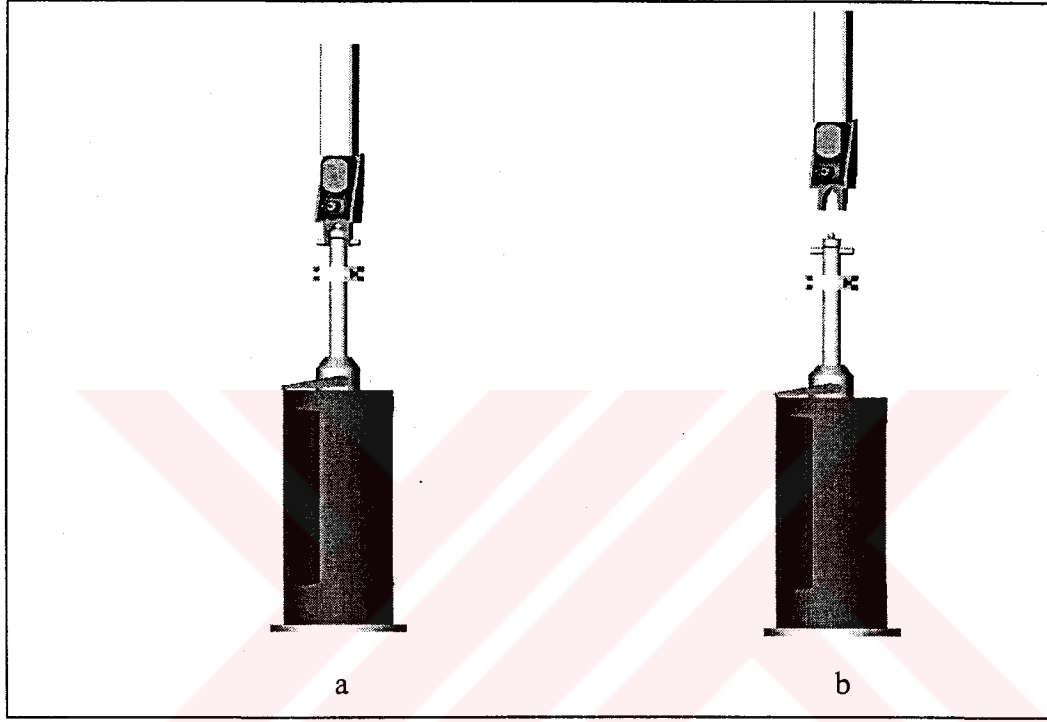
Referans elemanı, kolon sütununun sonundaki küreyi kuşatması için metal bloğun işlenmesiyle yapılmıştır ve bu blok kürenin altındaki silindirlerin oturması için de çatallı işlenmiştir.

- Kolonu konumlamada, operatör öncelikle prob kafasını 90° çevirir ve daha sonra CMM'in Z kolonunu bilgisayar yardımı ile istenilen koordinatlara gönderilir.



Şekil 5.30 Kolonların referanslanması

- Konumlamayı yapacak olan kolon manuel olarak referans elemanının altına getirilir ve sütun yine manuel olarak referans elemanına yerleştirilir. Şekil 5.30 (a, b) Referans elemanı bloğu; kürenin ucuyla temas ettiğinde üzerinde ışık yanar.



Şekil 5.31 Kolonların istenilen koordinatlarda sabitlenmesi

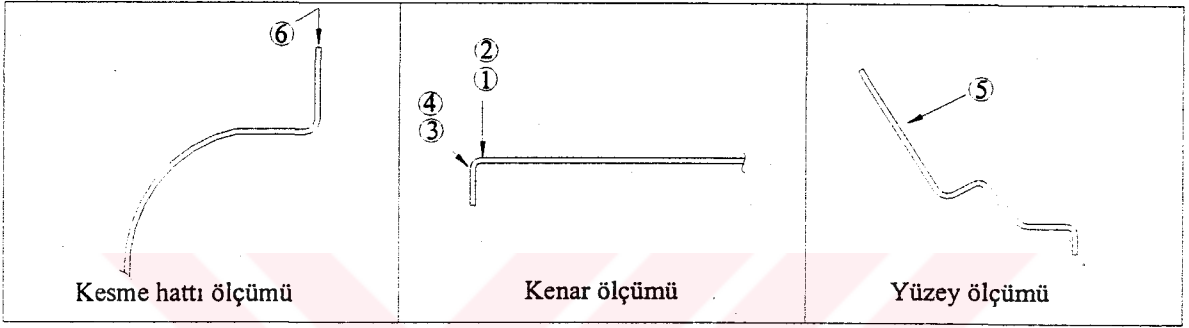
- Sütunun ucundaki kürenin referans elemanına oturtulup, ışığın da yanmasından sonra sütun, kolonun sonundaki kilit kolu yardımı ile sabitlenir. (Şekil 5.31 a)
- Son işlem olarak kolon rakorundan verilen basınçlı havanın kesilmesiyle, manyetik kolon tezgah tablasına sabitlenir.

Referans elemanı genellikle kendi çalışma ekseninde oturtulur. Örn: Çatal eksenli ölçme aletinin X eksenine paraleldir. Bundan dolayı kolonun üzerindeki silindirikler de X eksenine yönündedir. (DEA, 1996)

5.6 Sac Parça Ölçümleri

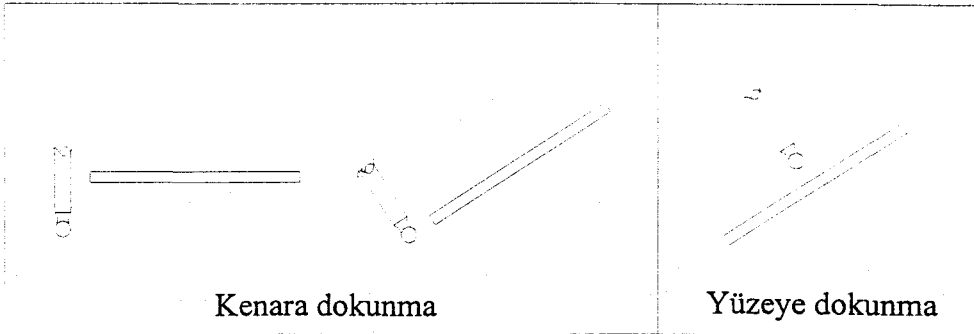
Sac parça ölçümleri üç kritere göre sınıflandırılabilir:

1. Parçanın ölçülen kısmının geometrisi: Bu sınıflandırma ile ölçüm istek resimleri üzerinde ölçümle ifade edilir.



Şekil 5.32 Sac parça ölçümü (Sevinç, 1998b)

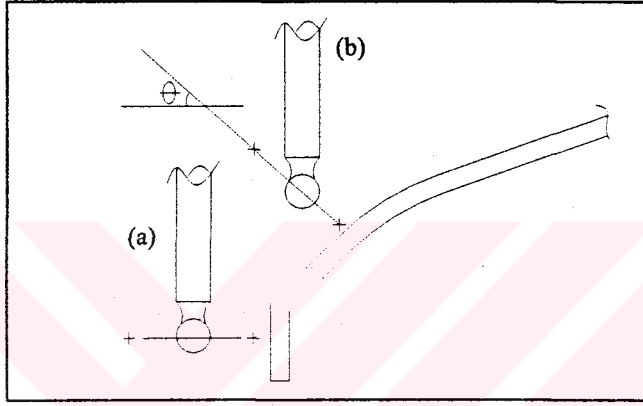
2. Dokunulan yerin geometrisi: Ölçüm istek resmi üzerindeki ölçümlerin CAD'de çizilmesi dokunulan yerin geometrisine bağlıdır. Eğer dokunulan yer sac kenarıysa probun silindiriyle aksenal hareketle veya prob küresiyle kenara teğet hareketle ölçüm yapılır. Eğer sac yüzeye dokunuluyorsa probun küresel yüzey normali doğrultusunda dokunulur.



Şekil 5.33 Dokunma şekilleri (Sevinç, 1998b)

3. Ölçmedoğrultusunun koordinat eksenleri ile yaptığı açı: Ölçülen değerin hangi eksene izdüşürüleceğini belirler:

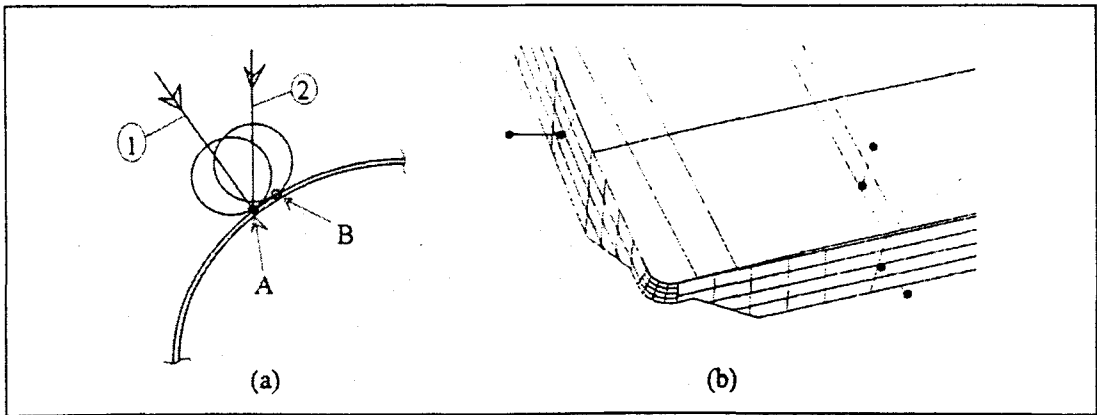
- $0^\circ < \theta < 30^\circ \cup 60^\circ < \theta < 90^\circ$ olduğu durumda ölçülen değer en yakın eksen bileşeni ele alınır.
- $30^\circ < \theta < 60^\circ$ olduğu durumda ölçülen değer radyal olarak veya ilgili eksenlerdeki bileşenleri ele alınır. (Sevinç, 1998b)



Şekil 5.34 Ölçme doğrultusu (Sevinç, 1998b)

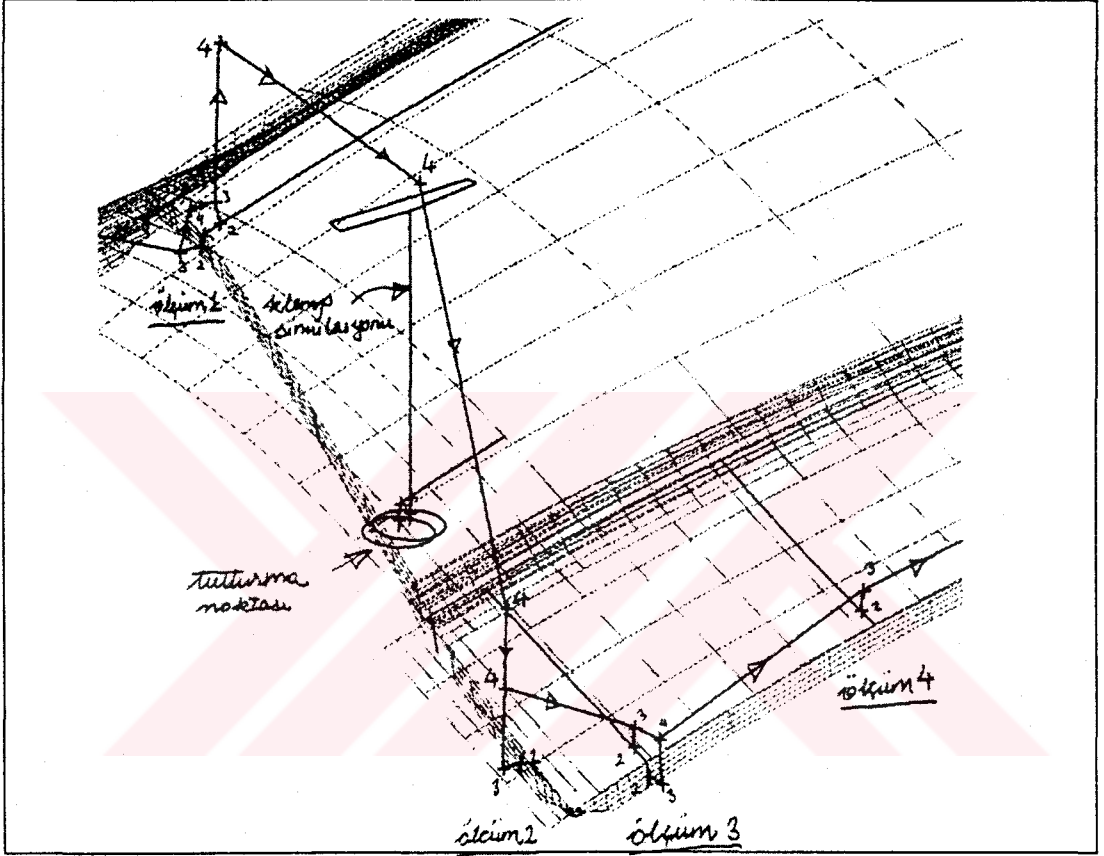
5.6.1 Ölçme ve Yaklaşma Noktalarını Belirleme

Şekil 5.38 de sac yüzeyine probun bir düşey eksen doğrultusunda bir de yüzeye normal doğrultuda dokunması halleri üst üste bindirilmiştir.



Şekil 5.35 Probu yüzeye dokunma doğrultuları (Sevinç, 1998b)

Ölçülmek istenen nokta A noktasıdır. Prob yüzeye normal doğrultuda ① dokunursa tezgah A noktasını ölçecek şekilde prob telafisi yapar. Eğer prob ② doğrultusunda hareketle yüzeye dokunursa tezgah B noktasını ölçecek şekilde prob telafisi yapar ki yanlış ölçüm yapılmış olur. Bu yüzden yüzeye normal doğrultuda dokunmak esastır. Şekil 5.36 da ölçme tasarımı yapılmış bir CAD modelinden bir bölüm görülmektedir.



Şekil 5.36 Ölçme tasarımı yapılmış CAD modelinden bir görünüm (Sevinç, 1998b)

Yapılan uygulamada da ön göğüs sacı tetkikleri için yukarıda belirtilen hususlar göz önüne alınmış ve prob yaklaşımlarını belirleyen program çalışması C++ programı tabanında yapılmıştır. (Sevinç, 1998b)

5.6.2 Ölçme Simülasyonu

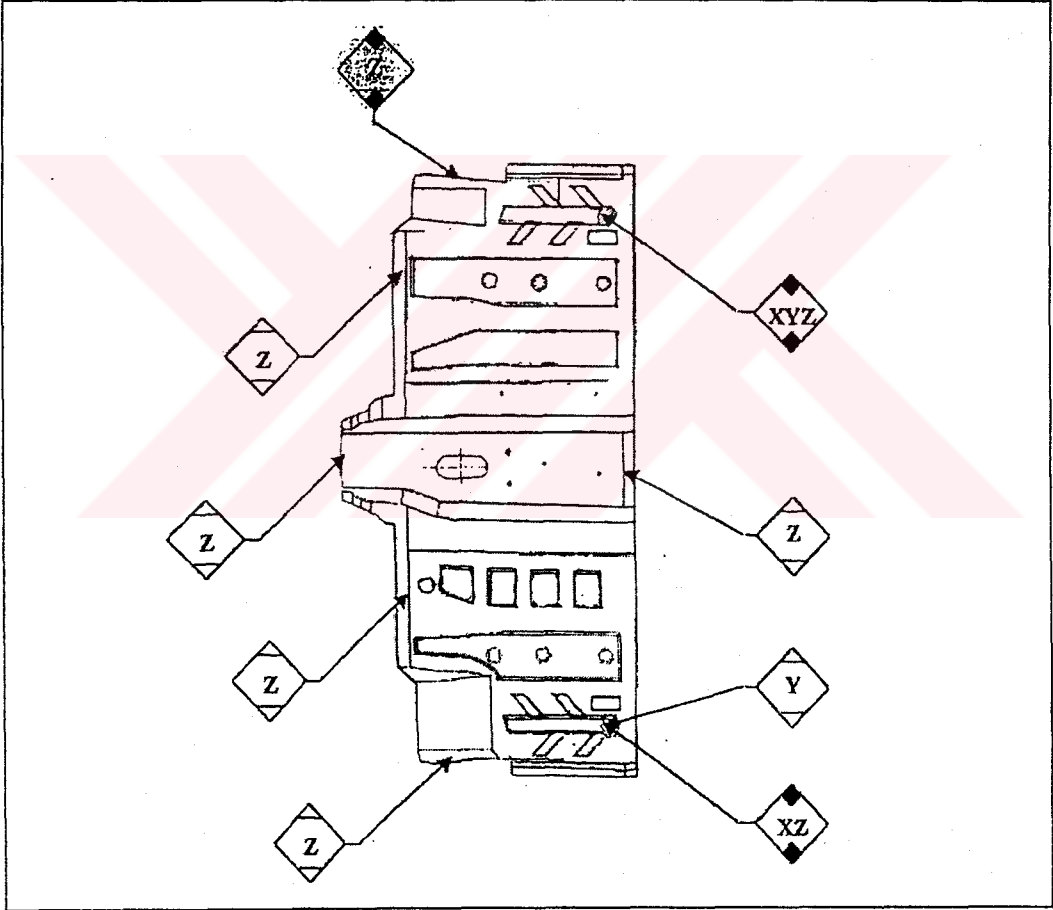
Prob yaklaşma noktasından ölçme noktasına giderek ölçme işlemini gerçekleştirir. Bir sonraki ölçmenin yaklaşım noktasına parçaya çarpmadan gidebilmesi için dolaşacağı yörünge, yörünge noktaları ile belirlenir.

5.7 Ön Göğüs Sacının Ölçme İşlemleri

5.7.1 Referansların Konumlandırılması

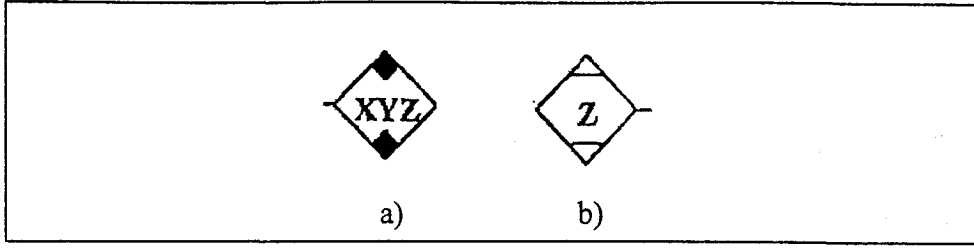
İmalatı yapılan ön göğüs sacı gerekli ölçümlerinin yapılması için İPK bölümüne gönderilir. Bu bölümde parçayı basan kalıbın ve imalatı yapılmış sac parçalarının onayı verilir. Bu işlemler şu şekilde yapılır.

1. Pres üretim mühendisliği bölümünden gelen ve tavsiye edilen referans planına göre kolonlar gerekli koordinatlara getirilir.



Şekil 5.37 Ön göğüs sacı için referanslama planı

Yukarıdaki şekilde ölçüm işlemi yapılacak sac parça üzerinde referans bölgeleri gösterilmiştir. Bu parça için 9 ayrı noktadan parçayı referanslamak gerekmektedir. Bu referanslardan üç tanesi ana referans, 6 tanesi yardımcı referanslardır. Referans sembolleri şu şekilde açıklanabilir.



Şekil 5.38 Referans sembolleri

Şekil 5.38 a daki sembolün içindeki içi dolu eşkenar dörtgen ana referansı temsil etmektedir. Büyük eşkenar dörtgenin içindeki harfler ise parçanın hangi eksenlerde sınırlandırılarak referanslanacağını göstermektedir. Şekil 5.38 b deki sembolün içindeki içi boş üçgenler bu referansın yardımcı referans olduğunu belirtmektedir.

Parçanın referanslamasını yaparken ana referanslar mutlaka kullanılmalıdır. Yardımcı referanslardan gerek görülmeyenler kullanılmayabilir. Ek 4

5.7.2 Modül Seçimi ve Kenet Sıkma Sırası

Kolonlar referanslandıktan sonra ölçülecek parçaya istenilen koordinatlardan teması sağlayacak olan modüller seçilir ve bu modüllerin hangi kolona takılacağı belirlenir.

Modüller sütun başlarına takıldıktan sonra CMM operatörü ve konu ile ilgili mühendis beraberce kenetlerin sıkılma sırasını belirler. Genel kural olarak kenet sıkmaya en fazla eksen sınırlaması olan referanstan başlanır. Burada dikkat edilmesi gereken husus sac parçanın kenetlerden dolayı kasılmasını önleyip, ölçmeye olumsuz yönde bir tesir yapmasını önlemektir.

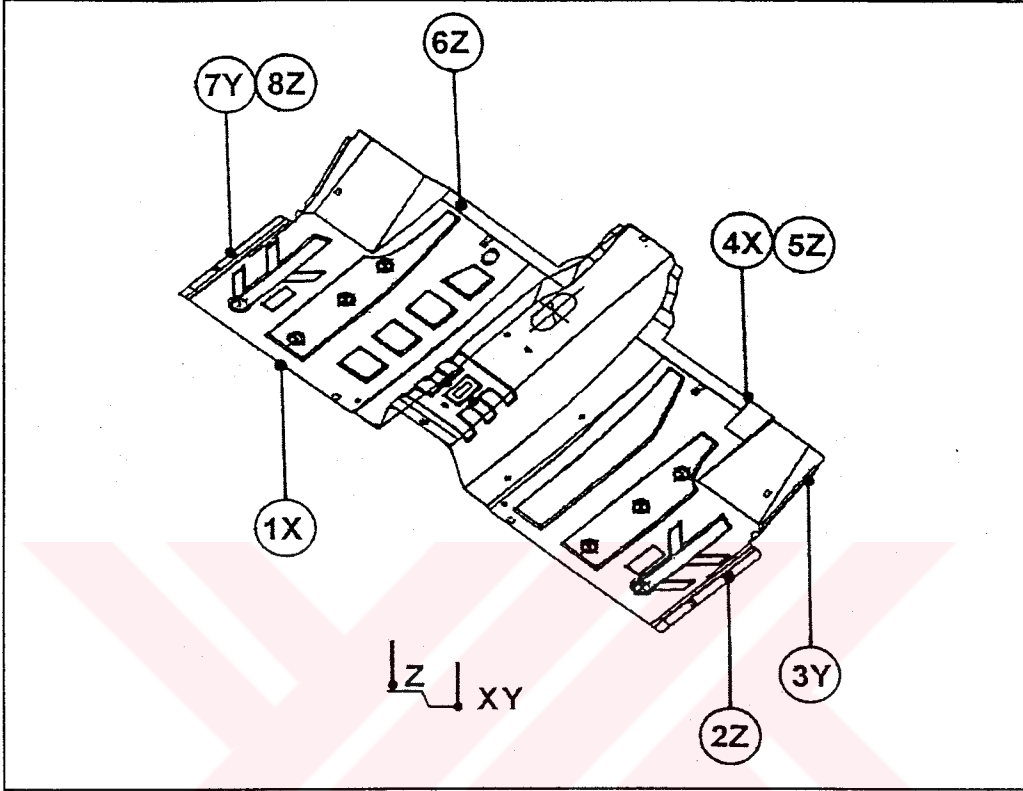
Modül seçme ve kenet sıkma sırası ile ilgili bilgi Ek 5 de verilmiştir.

5.7.3 İPK Çalışması için Ölçüm Noktaları ve Eksenlerinin Belirlenmesi

Sac parça CMM tezgahı üzerinde konumlandırılıp kenetlerle sabitlendikten sonra pres üretim mühendisliği bölümünden gelen ölçüm programı işlem kartına göre gereken ölçüm noktaları, ölçme değeri alınan eksenler ve ölçüm sırası belirlenir. Bu ölçme noktaları, ölçümü yapılan sac parçanın karşı eş parçası üzerinde fonksiyonel bir özelliğe sahip olan noktalardan veya montaj sırasında hata veren bölgelerden seçilir.

Ayrıca sac parça üzerinden alınan noktaların gövde geometrisine homojen dağıtılmasına dikkat edilir.

Ölçme kontrolü yapılan parçada 8 adet ölçme noktası belirlenmiştir, bunlar şu şekildedir.

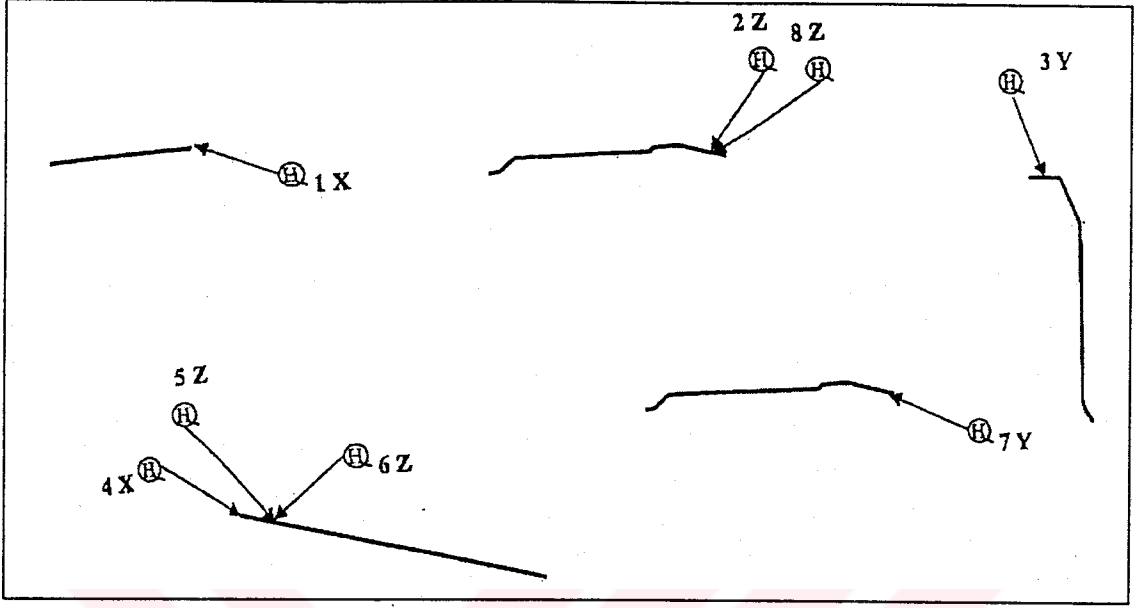


Şekil 5.39 Ön göğüs sacının ölçüm nokta ve eksenleri

Çizelge 5.3 Ölçüm noktaları, koordinatları ve toleransları

OLCUM NOK.	NOKTA CESIDI	OLCUM NOKTALARI					
		X	TOL	Y	TOL	Z	TOL
1	POINT	904	± 1				
2	POINT					2.91	± 0.5
3	POINT			658.2	± 1		
4	POINT	343.6	± 1				
5	POINT					61.6	± 0.5
6	POINT					58.1	± 0.5
7	POINT			-685.9	± 1		
8	POINT					2.91	± 0.5

Aşağıdaki şekilde ölçümü yapılan sac parçada, koordinatları alınan noktaların sac parçanın yüzeyine mi? yoksa binisine mi? ait olduğunu gösteren şekiller bulunmaktadır.



Şekil 5.40 Ön göğüs sacı ölçüm noktaları detay resmi

Buna göre 1, 4, 7 numaralı ölçme noktaları sac parçanın binilerinden alınacak ölçümleri göstermektedir. 2, 3, 5, 6, 8 numaralı ölçme noktaları ise sac parçanın yüzeyinden alınacak noktaları göstermektedir. (Ek 6)

Ölçme noktalarının belirlenmesinden sonra ölçme işlemlerine geçilir. Bununla beraber öncelikle yapılacak olan, ölçme işleminin sağlıklı olabilmesi açısından, ölçme makinesinin kendisinden gelebilecek değişimleri tahmini olarak belirlemek açısından makine yeterlilik analizi yapılır.

5.7.4 Makine Yeterliliği

Makine yeterliliği çalışması şu şekilde yapılmaktadır:

- Ölçümü yapılacak sac parça modüller üzerine konumlandırıldı ve belirlenen kenetleme sırasına göre kenetler kapatıldı.
- Belirlenen ölçme noktalarına göre yapılan ölçme programı çalıştırıldı ve alınan değerler ilk ölçüm değerleri olarak kaydedildi.

- Daha sonra kenetler açıldı, parça modüllerden ayrıldıktan sonra tekrar modüllere oturtuldu ve bir önceki işlemler tekrar edilerek tekrar ölçüm yapıldı.
- Bu işlemler aynı tezgah operatörü tarafından 30 defa tekrarlandı.

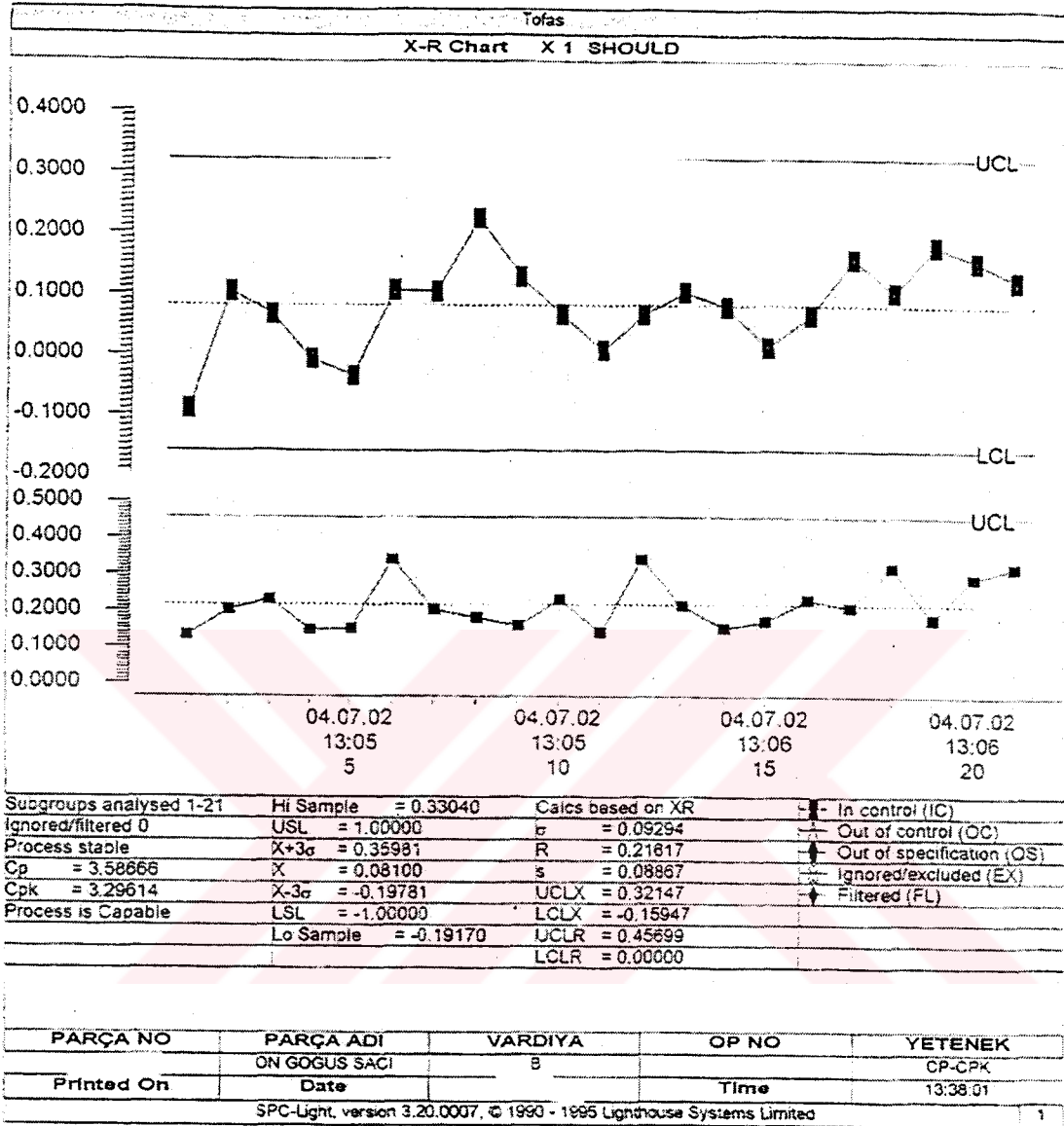
Yapılan bu ölçümlerle ilgili değerlerin sonuçları Ek 7 de verilmiştir.

5.7.5 Ölçüm

Makina yeterliliğinin ölçülmesinden sonra simülasyonu yapılmış olan program çalıştırıldı ve parçadan otomatik olarak istenilen noktaların koordinatları alındı. Ölçümü yapılan parçalar imalat boyunca belirli aralıklarda seçilmiş beşerli guruplardaki parçalara yapıldı.

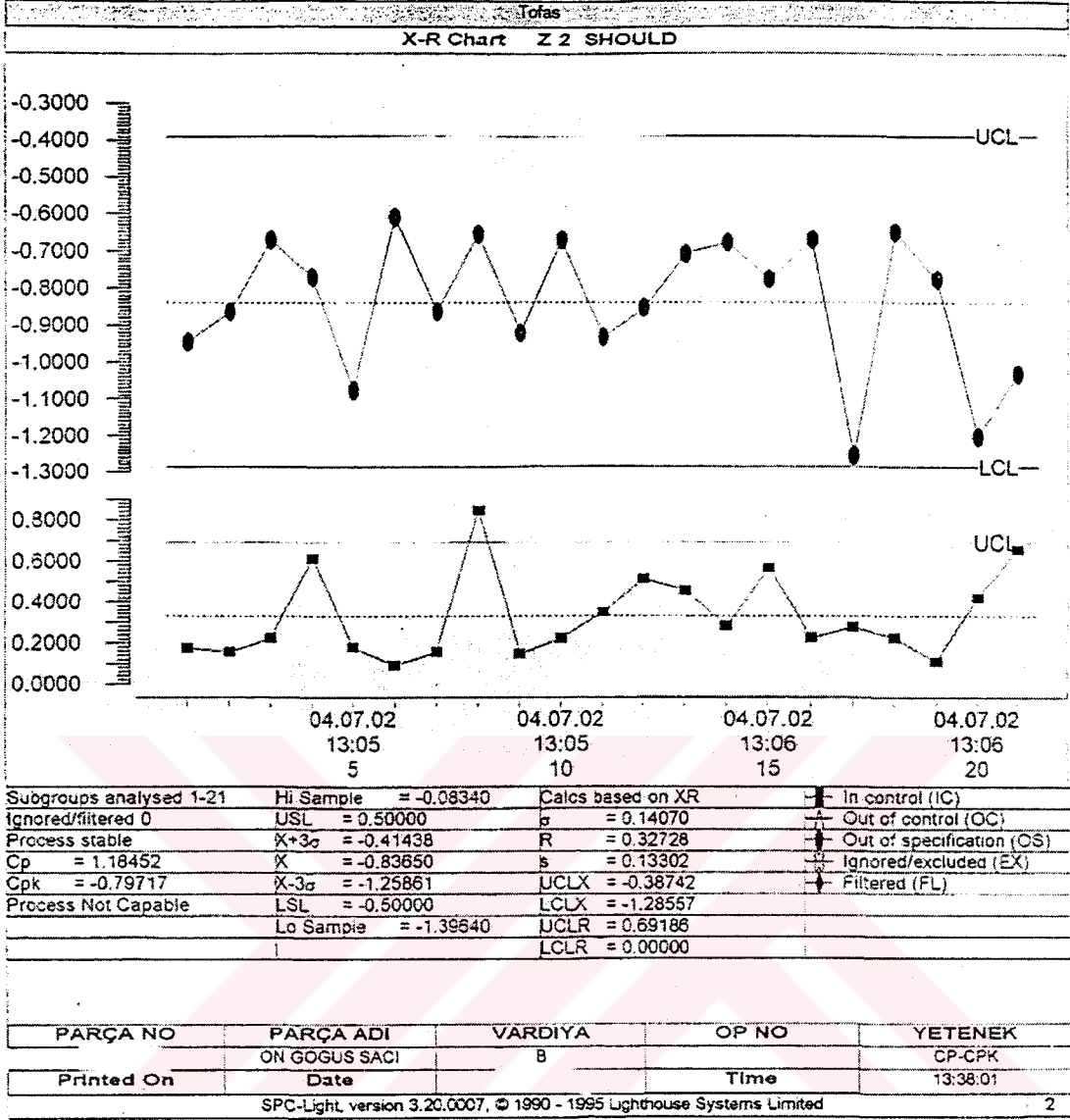
Yapılan bu ölçümlere göre X-R çizelgesi analizleri (Ek 8), X çizelgesi dağılımları (Ek 10) ve Proses yeterlilik analizleri (Ek 11) yapıldı.

5.7.6 X-R Çizelgelerinin İncelenmesi



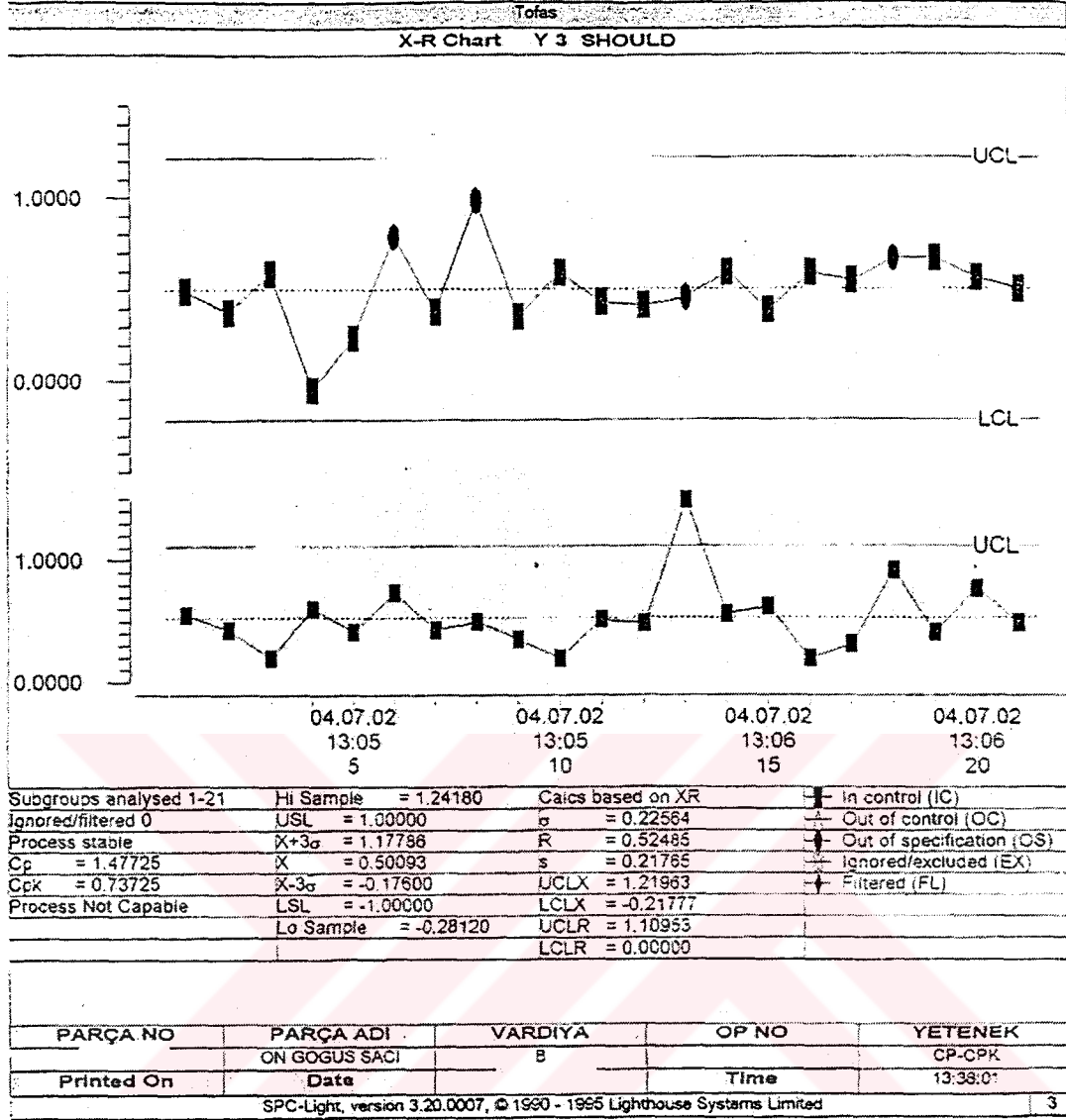
Şekil 5.41 X1 noktası için X-R kartı

X1 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.41, (Ek 8) $C_p=3.58666$ $C_{pk}= 3.29614$ olarak hesaplanmıştır. Buda bize göstermektedir ki, X1 noktası için proses tamamen spesifikasyonları karşılayacak niteliktedir. Ancak 1, 5, 8, 19. ölçüm guruplarına baktığımızda bunların orta çizgiye göre fazla sığrama yaptıkları görülmektedir. Bunlar her ne kadar kontrol limitleri içinde olsalar da sapma adedindeki artışı gösterdiğinden istenmeyen bir durumdur.



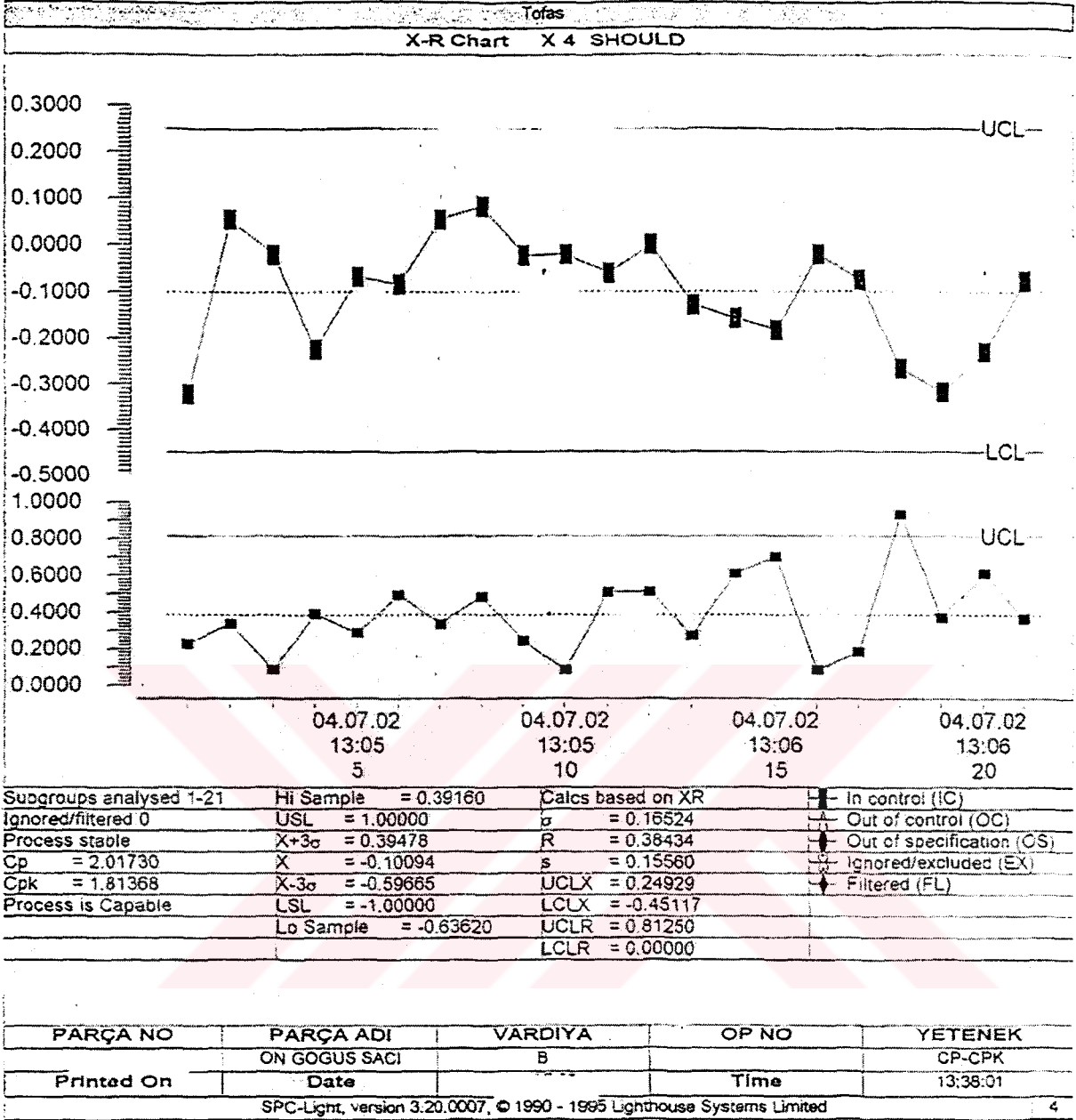
Şekil 5.42 Z2 noktası için X-R kartı

Z2 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.42, (Ek 8) $C_p=1.18452$ $C_{pk}=-0.79717$ olarak hesaplanmıştır. Ölçüm gruplarından alınan bütün noktalar spesifikasyon dışındadır. Kontrol limitlerinin dışındaki noktalar tipik özel sebep belirsizliğidir. Proseste normal olmayan bir şeylerin olduğunun habercisidir. Eğer önlem alınmazsa hatalı parça imal edilebileceğini ikaz eder. Bu da bize göstermektedir ki, Z2 noktası için proses yetersizdir ve prosesi geliştirmek için iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.



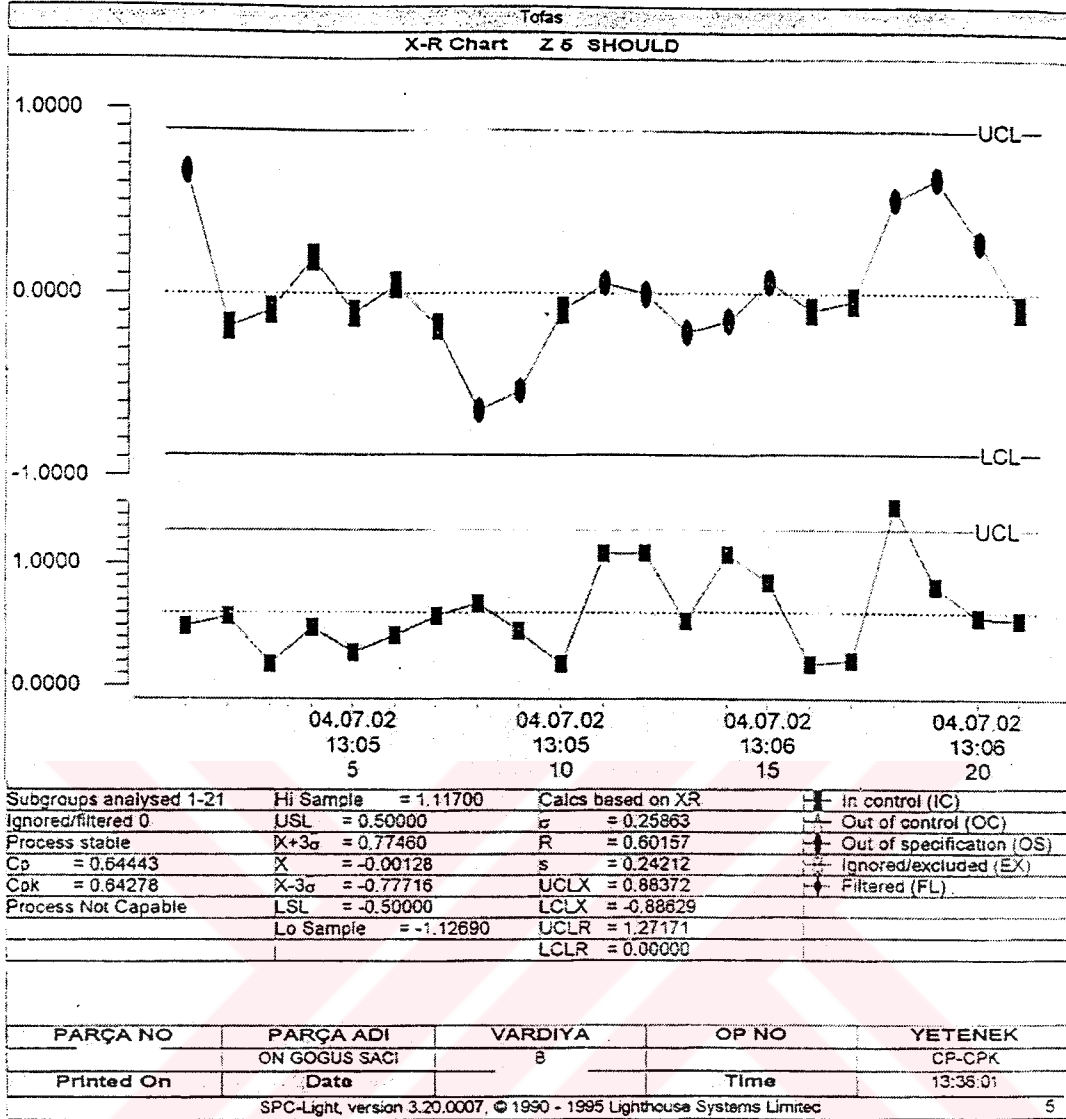
Şekil 5.43 Y3 noktası için X-R kartı

Y3 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.43, (Ek 8) $C_p = 1.47725$ $C_{pk} = 0.73725$ olarak hesaplanmıştır. $C_p > 1.33$ olduğundan dolayı uygundur fakat $C_{pk} < 1$ olduğundan dolayı Y3 noktası için prosesi iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.



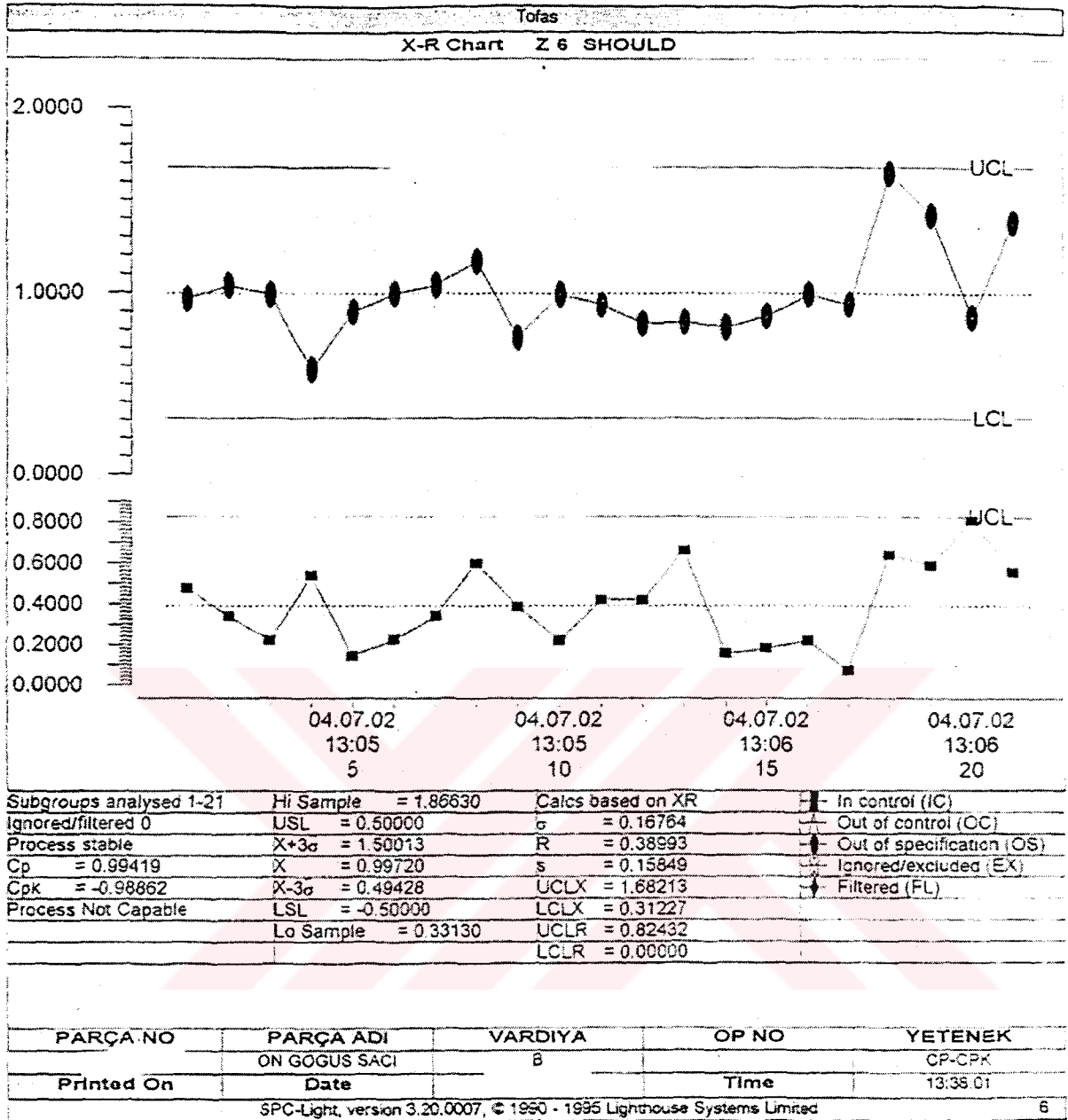
Şekil 5.44 X4 noktası için X-R kartı

X4 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.44, (Ek 8) Cp= 2.01730 Cpk= 1.81368 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de 1.33 den büyük olduğu için proses X4 noktası için tamamen spesifikasyon limitlerini karşılayacak niteliktedir. Ancak ölçümlerin ilk ve son gruplarında oluşan fazla sıçramalar iyileştirme çalışması gerektireceğini işaret etmektedir.



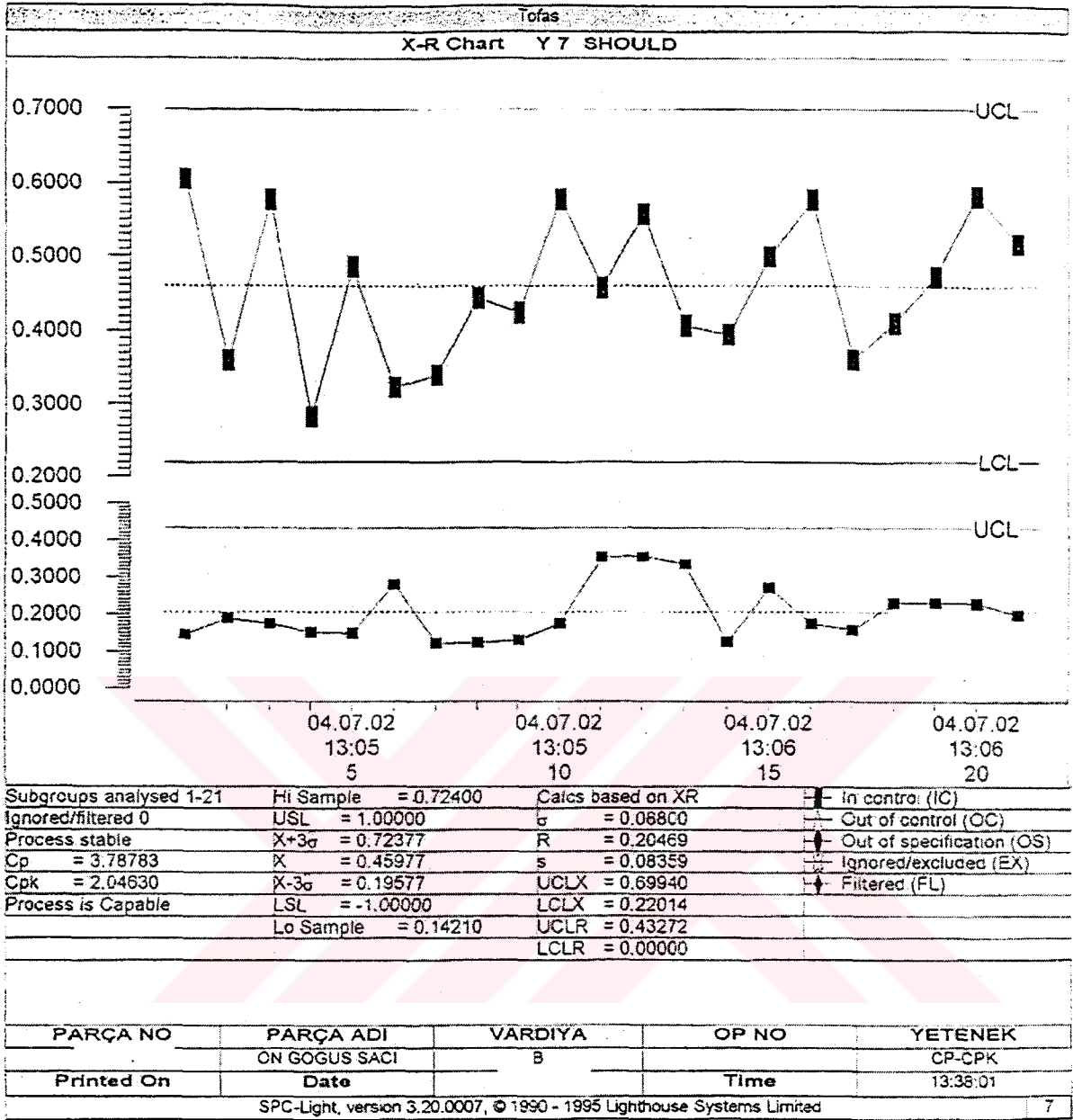
Şekil 5.45 Z5 noktası için X-R kartı

Z5 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.45, (Ek 8) $C_p = 0.64443$ $C_{pk} = 0.64278$ olarak hesaplanmıştır. Bu iki değer de 1.33 den düşüktür. Bu da bize göstermektedir ki Z5 noktası için proses yetersizdir ve prosesi iyileştirmek için ciddi bir çalışma yapmak gerekmektedir. Kontrol kartındaki grafiğe göre proses sonlarına doğru kötüleşme, yani spesifikasyon ve kontrol dışına çıkma gözlenmektedir.



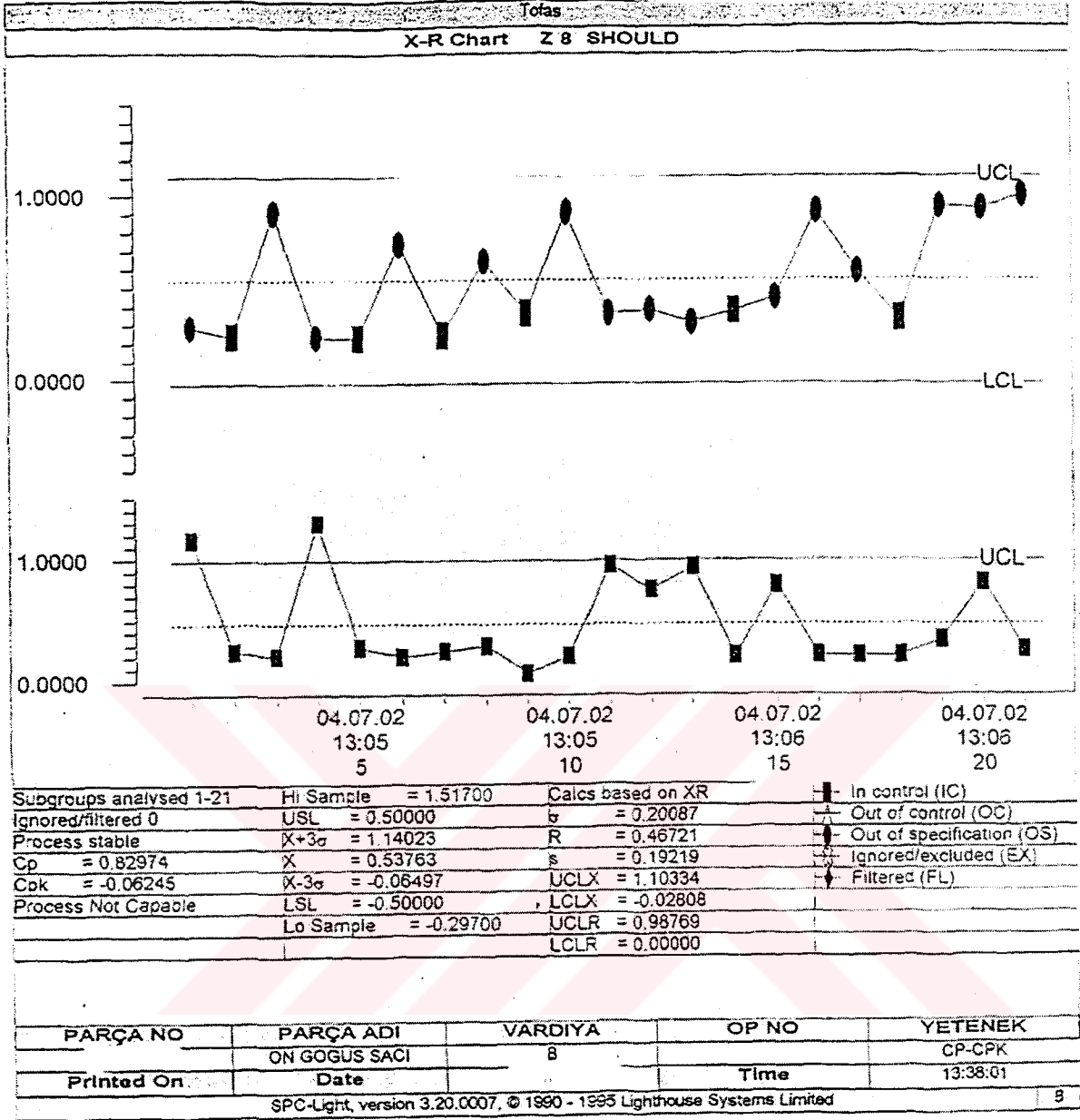
Şekil 5.46 Z6 noktası için X-R kartı

Z6 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.46, (Ek 8) $C_p=0.99419$ $C_{pk}=-0.98862$ olarak hesaplanmıştır. Ölçüm gruplarından alınan bütün noktalar spesifikasyon dışındadır. C_p ve C_{pk} değerleri 1.33 den küçük oldukları için Z6 noktası için proses yetersizdir. Kapsamlı müdahaleler ile istikrar sağlanmalıdır. Aynı zamanda grafikteki ölçüm noktaları arasında orta çizgiden fazlaca sapma vardır. Bunları orta çizgiye çekmek için ayrıca çalışma yapılmalıdır.



Şekil 5.47 Y7 noktası için X-R kartı

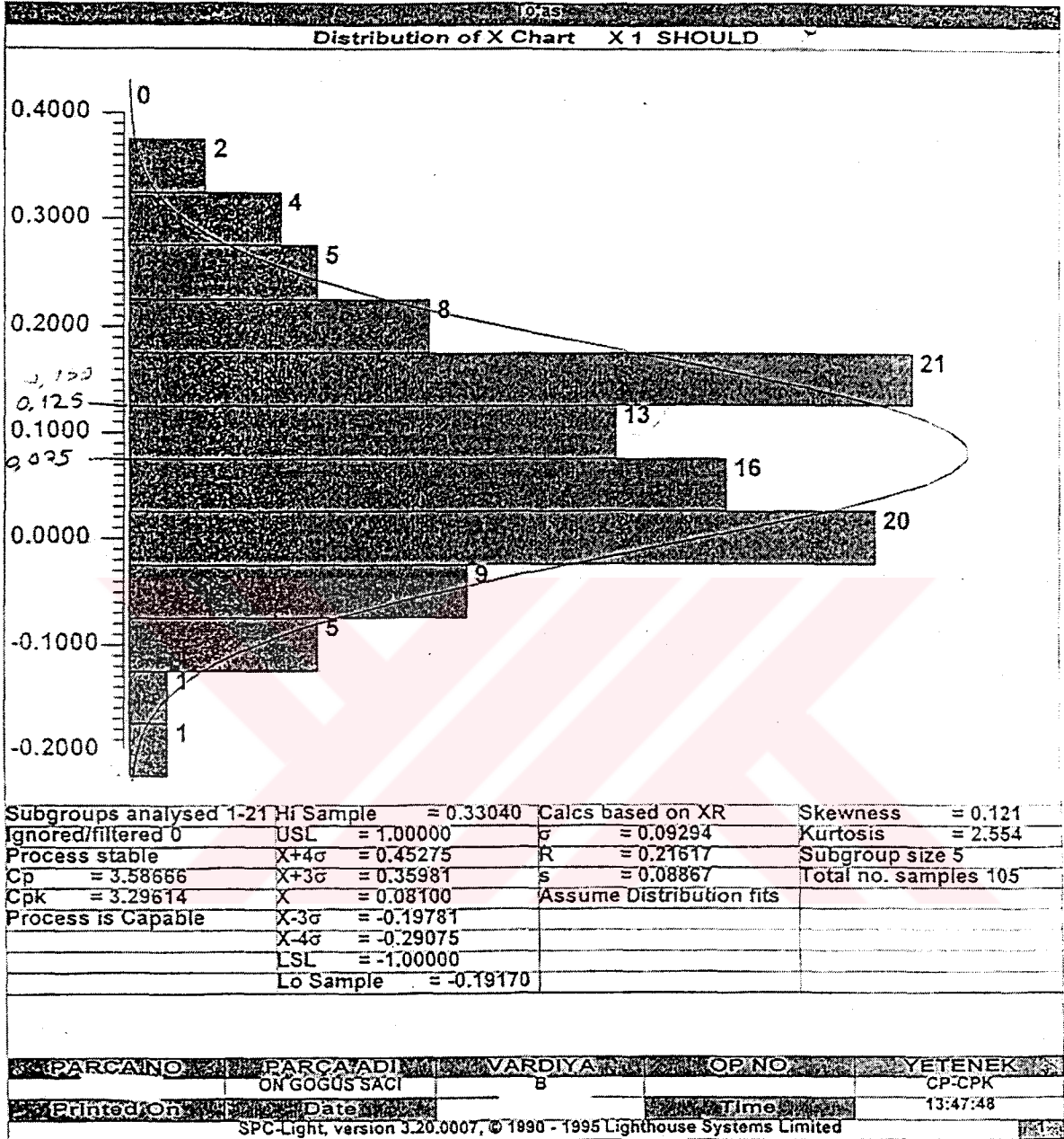
Y7 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.47, (Ek 8) $C_p=3.78783$ $C_{pk}= 2.04630$ olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre Y7 noktası için proses tamamen spesifikasyonları karşılayacak niteliktedir. Fakat X-R kartındaki grafikte ölçüm noktaları arasında, orta çizgiden fazla sıçramalar vardır. Bu da proseste toleranstan sapmaların arttığını göstermektedir.



Şekil 5.48 Z8 noktası için X-R kartı

Z8 noktası için X-R kartına bakıldığında, Şekil 5.48, (Ek 8) $C_p=0.82974$ $C_{pk}= -0.06245$ olarak hesaplanmıştır. C_p ve C_{pk} değerleri 1.33 den küçük oldukları için Z8 noktası için proses yetersizdir. X-R tablosundan da anlaşılacağı gibi imalat spesifikasyon limitlerinin dışında seyretmekte ve bazı değerler kontrol limitleri dışındadır. Kapsamlı müdahaleler ile istikrar sağlanmalıdır. Proses ortalaması hedeflenen değere mümkün olduğunca yaklaştırılmalı.

5.7.7 Örnek Bir X Çizelgesinin İncelenmesi



Şekil 5.49 X1 noktası için düzenlenmiş X kartı

Şekil 5.49, ölçümü yapılan X1 noktası için düzenlenmiş X kartı dağılımını göstermektedir. Çizelgenin solundaki cetvelin +0,4 ve -0,2 aralığı tolerans değerlerini vermektedir. Bu çizelgeden elde edilecek bilgi, ölçümü yapılmış olan noktalardan kaç adedinin, hangi tolerans değerleri aralığında olduğunun belirlenmesidir. Şekil xx de, uygulamada X1 noktası için alınan 105 ölçüm verisinin, 13 tanesinin sapmasının 0,125mm ile 0,075mm değerleri arasında olduğu gösterilmektedir. Bu değerler aynı zamanda Ek 9 dan da görülebilmektedir.

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Otomotiv gövdesi için boyutsal değerlendirme stratejisi tasarlamada, imalatçılar dikkatli bir şekilde ölçme sistemi etkilerini hesaba katmak zorundadırlar. Eğer birçok tolerans değeri asgari +/- 0,5mm ise, imalatçılar %30 dan düşük R&R ölçüsüyle genelde buluşabilirler.

Belirli geniş, rijit olmayan parçalar tipik olarak parçayı ölçme boyunca stabilize etmek için eklenen ikincil konumlayıcılara 3-2-1 konumlama prensiplerini ihlal eder. Gerçi kaporta ölçme sistemleri, parça boyutlarının geniş ekseriyetleri için ölçü talepleriyle buluşur. Stabil olmayan alanlardaki boyutlar 0,1 mm sigma ölçü hataları meydana çıkarabilirler. Bu yüksek ölçü çeşitliliği hataları için, imalatçılar ya ek konumlayıcılar eklemek zorunda yada daha geniş toleranslar atamak zorundadırlar (+/- 1mm).

Stabil olmayan ölçme alanlarındaki yüksek ölçü çeşitliliğine sahip boyutlar sıklıkla montaj sırasında +/- 0,5 den düşük sıkı toleranslar içinde tutma ihtiyacı için eş komponentleri onaylar.

CMM lerin veya kontrol fikstürleri problemlerinin statik tekrarlanabilirliği tamamıyla iyidir. $\sigma_{\text{statik-tekrarlanabilirlik}}$ 0,01 mmden küçük ise, gerçi kaporta ölçme sistemleri düşük ölçü çeşitliliğine sahip olmalı, özellikle daha büyük ve rijit olmayan parçalar için montaj takımlarındaki parça konumlayıcısını temsil etmeleri veya tam olmaları gerekmez. Bu çalışma tutucu fikstürlerde detay parça ölçümleri, CMM veya kontrol fikstürü ve montaj zamanında pozisyonlama arasındaki korelasyonu geliştirmenin büyük önemini tavsiye eder. Bazı imalatçılar bunu aşırı zorlanmış geniş, rijit olmayan parçalar ile yapmayı denemektedirler. Geleneksel yaklaşıma ters olan bu eksen tarzı geliştirme denemesi yaklaşımı sadece minimum sayıda 3-2-1 in ötesinde ikincil konumlayıcı kullanarak ölçü kabiliyeti talepleriyle buluşur. Detay parça seviyesinde ortalama boyutların ölçme tesirleriyle bir bağlantısı bunların boyutsal değerlendirme prosesine etkisidir.

Nominal yaklaşıma doğru bir inşaa kullanan imalatçılar, montaj operasyonlarında parça konumlamayı yansıtmayan ölçümleri baz alan montaj parçası flanşlarını gerekli olmadığı halde tekrar işleyebilirler. Ölçme sitemlerinin ortalama boyutlarındaki bu potansiyel etki, imalatçıların parça boyutlarını ve az olarak pres kontrol fiğstürlerinde kullanılan referans “scheme”in değeriendirildiğı fonksiyonel inşaa stratejisinin yürütölmesini destekler. [1]

İş parçası şekilleri, ölçme işleminde hata kaynağıdır. Sıcaklık değışimleri boyunca dikkat çekici hatalar meydana gelebilir.

Hatalar sıcaklığa bağı prob pozisyonu ve parça ve skala arasında diferansiyel genişlemeye bağı hataların sonucudur.

Bu günlerde, CMM üreticileri makinaya bağı hataları düzeltmeye çalışan sıcaklık telafili sistemler pazarlamaktadırlar. Bununla beraber birçok telafi sistemi geniş sıcaklık değışimleri boyunca tamlığa ihtiyaç duyar, iş parçası etkilerini doğru işletmesi gibi. Bilinçli yaklaşım hataları sınırlandırabilir ve onların tahminedilebilmelerini artırır. Aşağıdaki 4 temel kural standart dışı şartlarda ölçüm yapıldığında akılda tutulmalıdır.

- Bütün yerleştirmeler CMM’e sabitlenmiş tekil sıcaklık olarak sabitlenmiş noktaya sahip olmalıdır ve iş parçasının serbest genişmesine müsaade etmelidir.
- LCS orjini sıcaklık olarak stabil noktaya veya konumlayıcıya yakın tanımlanmalıdır. Bu yolla, iş parçasının deformasyonunun LCS orjininin ötelenmesine hiç etkisi yoktur.
- LCS orjini ölçme zamanı boyunca sıcaklıkla önceki geniş ötelenmeye güncellendi.
- Doğru NDE düzeltmesi için ölçme süresi boyunca iş parçası sıcaklığı izlenir.

Uygun ölçme stratejisinin kullanılmasıyla, uzunluk ölçümlerindeki geniş hatalar iptal edilebilir.

Şayet sıcaklıklar ve CTE iş parçası ve skalalar biliniyorsa, kalan hataları telafi etmek mümkündür. Örn. iş parçası ve ölçek arasındaki diferansiyel genişleme. Düzeltilen ölçümlerin belirsizlik aralığı CTE değeriilerinin belirsizliğine ve ölçme sıcaklığına bağıdır.

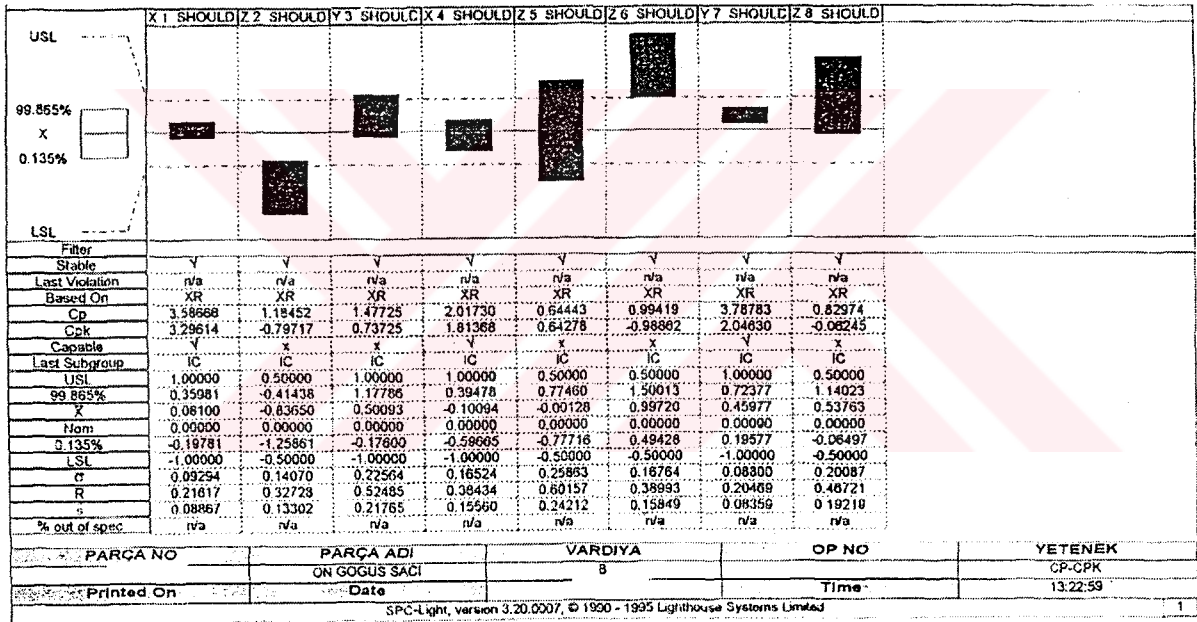
İzin verilen belirli maksimum değeri ile belirlenen ölçme belirsizliğinin karşılaştırılması verilen ölçme şartları için gösterir ki 0.1mm’nin altındaki ölçme belirsizliği hedefini kabul etmek mümkün değildir. (Kruth vd., 2002)

Operasyonel pratikte referans sıcaklıktan sapmalar makine için telafi edilip, iş parçası için telafi edilmediğinde,-ikisini birden ısı telafiden kurtarmak en iyisi olacaktır.

Eğer bu ekipman teknolojisi bakımından mümkün değilse, tek yol ek olarak iş parçası sıcaklığını on-line ölçmek ve daha sonar manuel olarak düzeltmektir.

Sıcaklık telafisinin tamamlanmasıyla, Operatör etkisi koordinat sistemi ile ilişkili iş parçası kullanarak daha çok azaltılabilir. Eğer bu da yeterli tatmini sağlamıyorsa daha pahalı yüksek hassasiyetli CMM ler kullanılabilir. (Weckenmann, 2001)

Yapılan tüm İPK ölçümlerin Cp-Cpk analizine bakıldığında, Şekil 6.1, (Ek 11);



Şekil 6.1 Proses yeterlilik analizi

X1 noktası için, dikdörtgenin eksenini merkez çığıne yakındır. Bu da Cpk'nın büyük olduğunu göstermektedir ki bu da istenilen bir özelliktir. Dikdörtgenin boyunun kısa olması ise Cp nin yüksek olduğu yani sapmaların düşük olduğunu gösterir bu da proses için olumlu bir sonuçtur.

Z2 noktası için, dikdörtgenin eksenini alt spesifikasyon çizgisinin altındadır. Bu da Cpk'nın düşük olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca dikdörtgenin boyunun uzun olması sapmaların geniş bir alana yayıldığını, Cp nin istenilen değerden düşük olduğunu gösterir. Prosesin bu kısmı için iyileştirme çalışmalarının yapılması ve sapma aralığının daraltılması gerekir.

Y3 noktası için, dikdörtgenin ekseni merkez çizgiden uzaktadır ve boyu da uzundur. Bu sebeplerden dolayı Y3 noktası için proses yetersizdir. Eksen merkez çizgiye çekilmeli ve dikdörtgenin kapladığı alan daraltılmalıdır.

X4 noktası için oluşan grafikte, dikdörtgenin ekseni merkez çizgiye yakın, boyu da nisbeten kısa ve spesifikasyon limitleri içerisinde olmasından dolayı proses X4 noktası için tamamen spesifikasyon limitlerini karşılayacak niteliktedir.

Z5 noktası için, dikdörtgenin ekseni merkez çizgisiyle çakışmaktadır. Bu da bize göstermektedir ki prosesin Cp ve Cpk sı aynıdır. Ayrıca, şekilde dikdörtgenin boyunun yüksek ve spesifikasyon limitlerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Bu yüzden Z5 noktası için proses yetersizdir. Prosesi iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Z6 noktasının dikdörtgeni tamamen spesifikasyon limitlerinin dışındadır. Bu sebepten dolayı Cp ve Cpk < 1.33 tür. Z6 noktası için proses yetersiz ve iyileştirme çalışmaları yapılması gerekmektedir.

Y7 noktası spesifikasyon limitleri içerisinde ve proses yeterlidir. Dikdörtgenin ekseni merkez çizgiye çekilerek proses daha da iyi bir konuma getirilebilir.

Z8 noktasının dikdörtgeninin bir kısmı spesifikasyon limitlerinden dışarı çıkmıştır ve ekseni de merkez çizgiden uzaktadır. Prosesin bu kısmına iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akın, B., (1996), ISO 9000 Uygulamasında İşletmede İPK Teknikleri, Bilimteknik Yayınevi, İstanbul
- El. Wakil, S. D., (1996), Process and Design for Manufacturing, Prentice Hall International Editions.
- Durakbaşı, M. N., (2001), Yıldız Teknik Üniversitesi, Ölçme Tekniği ve Kalite Yönetimi, Bahar Dönemi Ders Notları.
- Kruth, J-P., Vanherck, P., Van der Bergh, C., Schacht B., (2002), "Interaction Between Workpiece and CMM During Geometrical Quality Control in Non-Standard Thermal Conditions", Production Engineering Journal of the International Societies for Precision Engineering and Nanotechnology, 26:93-98.
- Pollack, H. W., (1988), Tool Design, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Sevinç, A., (1998), "CNC Ölçme Tezgahı (CMM) Üzerinde Karmaşık Yüzeyle Sac Parçalara Yönelik Esnek Tutturma Sistemi" 8. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, 9-11 Eylül 1998a, ODTÜ, Ankara, Türkiye.
- Sevinç, A., (1998), "CNC Kooordinat Ölçme Tezgahında Karmaşık Yüzeyle Sac Parçaların Ölçme Programlarının Off-Line Hazırlanması için Bilgisayar Destekli Ölçme Programlama Sistemi", 8. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, 9-11 Eylül 1998b, ODTÜ, Ankara, Türkiye.
- Skalski, K., Filipowski, R., Swieszkowski, W., Kedzior, K., Dabrowski, A., Zawora, J., (1998), "Identification and Geometrical Modelling of Complex Shape Surfaces Using Coordinate Measuring Machine and CAD/CAM Systems", Journal of Materials Processing Technology, 76:49-55.
- Weckenmann, A., Knauer, M., Killmaier, T., (2001), "Uncertainty of Coordinate Measurements on Sheet-Metal Parts in the Automotive Industry", Journal of Materials Processing Technology, 115:9-13
- ISO/TC/213., (1999), "Dimensional and Geometrical Product Specification and Verification"
- ISO/FDIS 1101., (1998), "GPS Geometrical Tolerancing-Tolerancing of form, orientation, location and run-out".
- ISO/DIS 12180 - 1., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Cylindricity-Part 1: Vocabulary"
- ISO/DIS 12180 - 2., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Cylindricity – Part 1: Specification operators"
- ISO/DIS 12180 - 1., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Roundness – Part 2: Vocabulary"

ISO/DIS 12180 - 2., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Roundness – Part 2: Specification operators"

ISO/DIS 12780 – 1., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Straightness – Part 1: Vocabulary"

ISO/DIS 12780 – 2., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Straightness – Part 1: Specification operators"

ISO/DIS 12781 – 1., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Flatness – Part 1: Vocabulary"

ISO/DIS 12781 – 2., (1999), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Flatness – Part 1: Specification operators"

DEA, Typhoon Measuring Machine User Manual, Chapter 3, Functional Description, Jan 1996

ISO 5458., (1998), "Geometrical Product Specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Positional tolerancing".

DEA, Five U-nique User's Manual, Description of the system, Jan 1996

EMD's Metrology News, Volume 6, No:2, P:1-2, Fall 1999

Mitutoyo CHN 2 Manuel Book, 1996

Siemens A.G. Sac kalıpları 2, 1998

İNTERNET KAYNAKLARI

[1]www.a-sp.org , 2001

[2]www.brownandsharpe.com/home.asp?div=cmm_products&id=7319 , 2002

[3]www.brownandsharpe.com/index/intro_EN.pdf , 2002

[4]www.brownandsharpe.com/mfg/mfg11/mfg11art14.asp , 2002

[5]www.edstechnologies.com/faroarm.htm , 2002

[6]www.faro.com , 2002

[7]www.primetechsales.com/ghilbi.htm , 2002

[8]http://its.foxvalley.tec.wi.us/MachShop4/measure/IScmm.htm , 2002

[9]http://its.foxvalley.tec.wi.us/MachShop4/Measure/CoordMeasIS.htm , 2002


[10]www.mmsonline.com/articles/059805.html , 2002

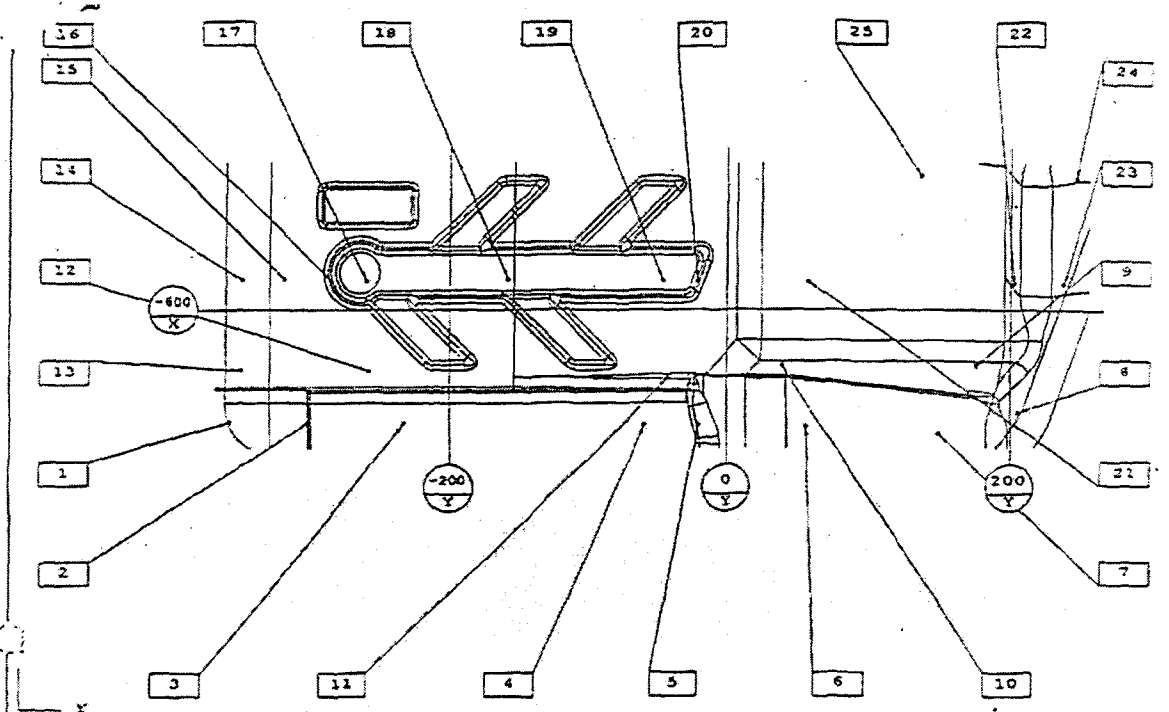
[11]www.qualitymag.com/articles/2000/jun00/0600f3.asp , 2002

[12]www.emdsceptre.com/EMDVol6No2.pdf



EK 1

TOFAS		RAPOR	
PRES ÜRETİM BİRİMİ KALIP İMAL. ve BAKIM KİS.		KALIP..... RAPORU	
PARÇA ADI		Ön. Göğüs Alt Taban Derin. Çekme Üst Göbek.	
SIRA NO	RESİM NO	TIP:	
SON DEG. TARİHİ:		KULLANIM YERİ:	
T.U.T.			
<u>AÇIKLAMALAR:</u>			
			
EKLER : 10 Sayfa Rapor.			
KALİBRASYON YAPAN BİRİMİN GÖRÜŞÜ:		UYGUN <input type="checkbox"/>	UYGUN DEĞİLDİR <input type="checkbox"/>
TARİH	OLCUM YAPAN	ONAY LAB. SORUMLUSU	
	M. KAZANCI		

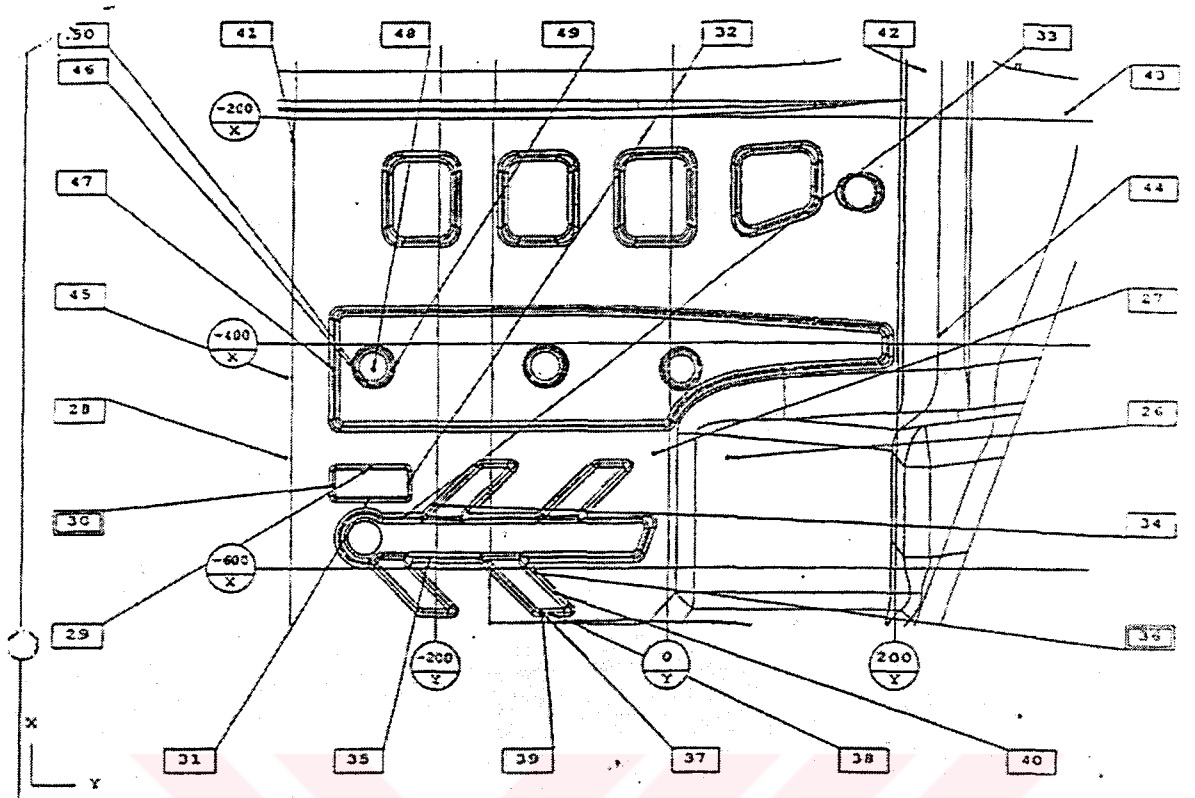


ERKEK GOBEK YUZEY KONTROLU

N.	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	DIR
1	-680.08	-680.08	.00	-357.76	-357.78	.02	-71.66	-71.98	.32	-.33	Z+
2	-680.55	-680.55	.00	-302.21	-302.11	-.10	-75.37	-75.81	.44	-.45	Z+
3	-681.14	-681.14	.00	-232.12	-232.14	.02	-79.59	-79.86	.27	-.27	Z+
4	-682.59	-682.59	.00	-60.90	-60.92	.02	-91.54	-91.83	.29	-.29	Z+
5	-683.07	-683.02	-.05	-21.20	-21.01	-.19	-92.46	-92.78	.32	-.38	Z+
6	-683.58	-683.58	.00	55.70	55.90	-.20	-55.64	-55.96	.32	-.38	Z+
7	-689.40	-689.40	.00	148.52	148.72	-.20	1.39	1.06	.33	-.39	Z+
8	-673.41	-673.41	.00	205.58	205.58	.00	26.37	26.00	.37	-.37	Z+
9	-640.57	-640.68	.11	175.00	175.13	-.13	7.44	7.21	.23	-.28	Z+
10	-640.44	-640.56	.12	39.19	39.23	-.14	-69.30	-69.55	.25	-.31	Z+
11	-649.22	-649.12	-.10	-43.74	-43.74	.00	-89.81	-90.13	.32	-.34	Z+
12	-643.81	-643.81	.00	-257.19	-257.20	.01	-79.32	-79.57	.25	-.26	Z+
13	-643.02	-643.02	.00	-350.23	-350.24	.01	-72.81	-73.06	.25	-.26	Z+
14	-578.10	-578.10	.00	-349.68	-349.70	.02	-72.86	-73.10	.24	-.24	Z+
15	-578.35	-578.35	.00	-319.71	-319.72	.01	-74.97	-75.20	.23	-.23	Z+
16	-578.46	-578.48	.02	-285.65	-285.94	.09	-80.12	-80.20	.08	-.11	Z+
17	-578.66	-578.66	.00	-259.73	-259.75	.02	-84.17	-84.40	.23	-.24	Z+
18	-577.89	-577.89	.00	-159.49	-159.51	.02	-91.14	-91.41	.27	-.27	Z+
19	-578.83	-578.83	.00	-47.65	-47.65	.00	-94.48	-94.79	.31	-.31	Z+
20	-578.81	-578.89	.08	-22.08	-21.87	-.21	-91.83	-92.03	.20	-.29	Z+
21	-579.72	-579.72	.00	57.33	57.51	-.18	-63.85	-64.17	.32	-.36	Z+
22	-580.94	-580.94	.00	202.40	202.58	-.18	18.09	17.77	.32	-.38	Z+
23	-581.23	-581.23	.00	237.75	237.75	.00	26.36	26.00	.36	-.36	Z+
24	-504.15	-504.17	.02	246.75	246.76	-.01	26.22	25.91	.31	-.32	Z+
25	-503.19	-503.28	.09	135.72	135.90	-.18	-19.58	-19.89	.31	-.36	Z+

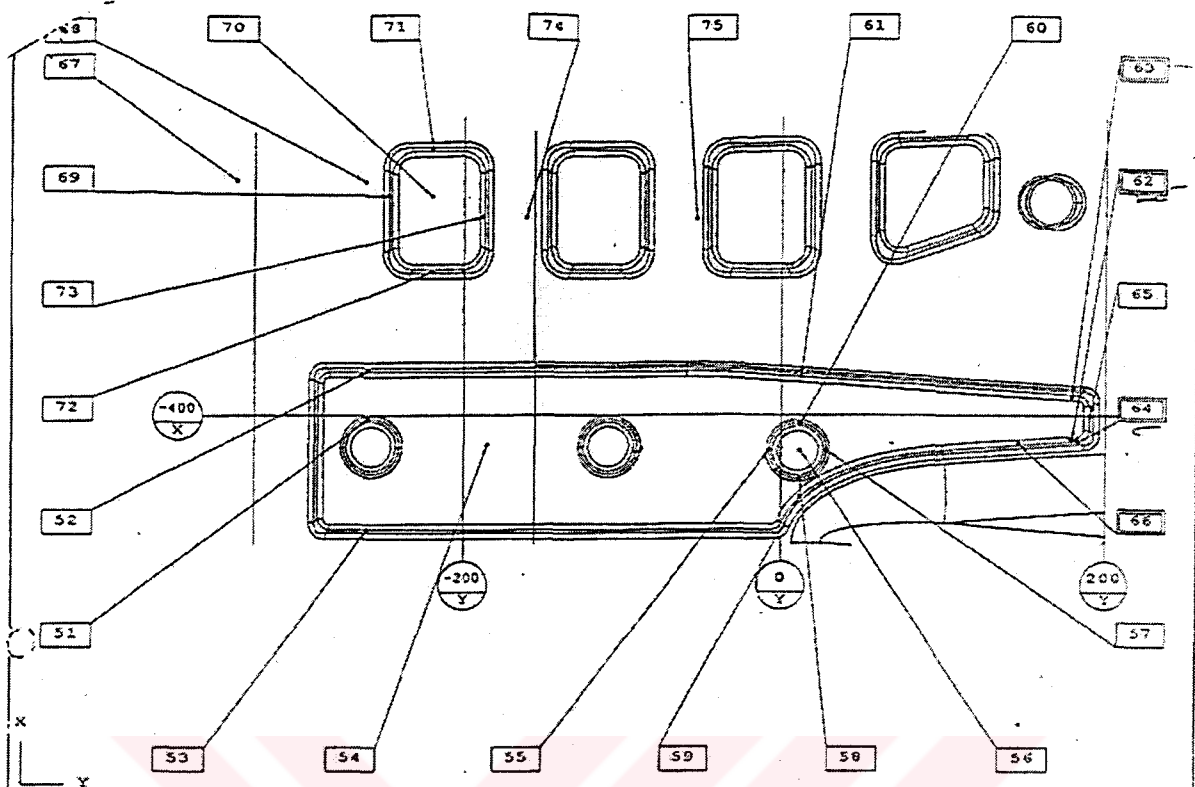
INTER PROG Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CERME UST GOBEK	
DISEGNO NO.		CLIENTE	
MODIFICHE		ELEMEN TO NO.	
TOLLERANZA +-0.5		OFFSET 0	
FIRMA P.I.A.M.I.P.A.I.		DATA	

COLLAUDATORE M.KARAGÖZ



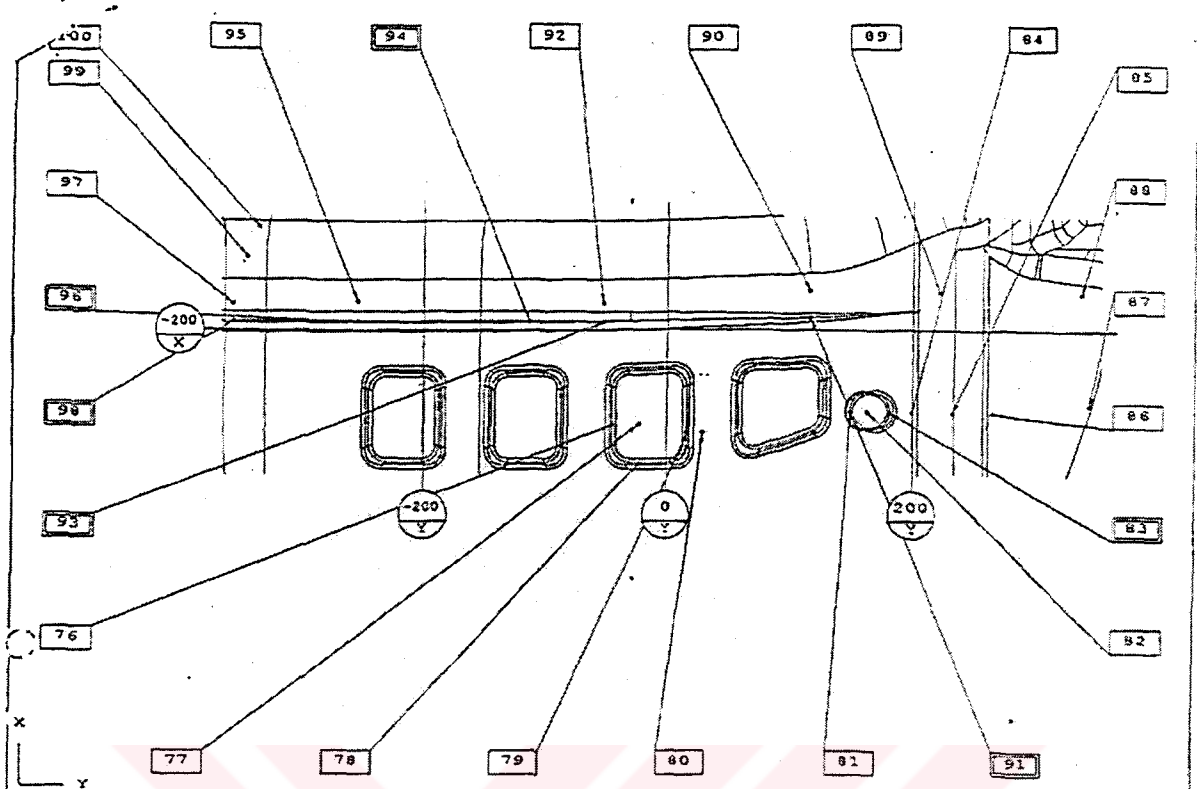
K.	XM	XM	DM	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	dir
26	-502.59	-502.59	.00	53.28	53.45	-.17	-66.14	-66.46	.32	-.36	Z-
27	-498.03	-498.03	.00	-12.91	-12.89	-.02	-88.57	-88.88	.31	-.31	Z-
28	-502.02	-502.02	.00	-335.08	-335.10	.02	-73.89	-74.12	.23	-.23	Z-
29	-510.28	-510.47	.19	-259.42	-259.44	.02	-77.73	-77.99	.26	-.32	Z-
30	-526.32	-526.32	.00	-293.06	-292.89	-.17	-75.35	-75.83	.48	-.61	Z-
31	-537.34	-537.21	-.13	-260.30	-260.32	.02	-77.49	-77.72	.23	-.27	Z-
32	-524.46	-524.46	.00	-225.93	-226.09	.16	-79.69	-80.01	.32	-.35	Z-
33	-555.80	-555.68	-.12	-231.42	-231.43	.01	-83.94	-84.06	.12	-.17	X-
34	-543.33	-543.23	-.10	-202.33	-202.44	.11	-83.80	-84.02	.22	-.27	Z-
35	-591.17	-591.36	.19	-206.08	-206.09	.01	-84.50	-84.79	.19	-.28	X-
36	-604.75	-604.52	-.23	-116.11	-115.89	-.22	-89.35	-89.82	.47	-.57	Z-
37	-640.65	-640.75	.10	-108.13	-108.13	.00	-89.54	-89.72	.18	-.21	Z-
38	-640.21	-640.28	.07	-101.79	-101.79	.00	-90.09	-90.20	.11	-.13	Z-
39	-639.73	-639.84	.11	-109.59	-109.59	.00	-90.16	-90.29	.13	-.16	Z-
40	-622.83	-622.70	-.13	-97.36	-97.23	-.13	-89.88	-90.19	.31	-.37	Z-
41	-220.32	-220.32	.00	-330.84	-330.85	.01	-74.21	-74.42	.21	-.21	Z-
42	-158.84	-158.84	.00	219.16	219.22	-.06	-58.42	-58.72	.30	-.31	Z-
43	-193.74	-193.74	.00	347.29	347.29	.00	-49.67	-50.00	.33	-.33	Z-
44	-392.70	-392.70	.00	235.15	235.22	-.07	-55.01	-55.35	.34	-.34	Z-
45	-430.12	-430.12	.00	-335.62	-335.64	.02	-73.87	-74.09	.22	-.22	Z-
46	-422.35	-422.32	-.03	-275.52	-275.34	-.18	-75.45	-75.45	.00	.00	Y-
47	-422.36	-422.36	.00	-293.18	-292.88	-.30	-74.71	-75.05	.34	-.46	Z-
48	-422.65	-422.65	.00	-257.79	-257.81	.02	-78.29	-78.52	.23	-.24	Z-
49	-422.66	-422.66	.00	-240.62	-240.60	-.02	-76.90	-76.91	.01	-.02	Y-
50	-437.67	-437.57	-.10	-260.51	-260.49	-.02	-75.18	-75.10	-.08	.08	X-

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CERME UST GOBEK	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.		ELEMENTO NO.	COLLAUDATORE M.KARACOL
MODIFICHE	TOLLERANZA	++0.5	OFFSET 0
			FIRMA P.N.I. RALPH MTL DATA



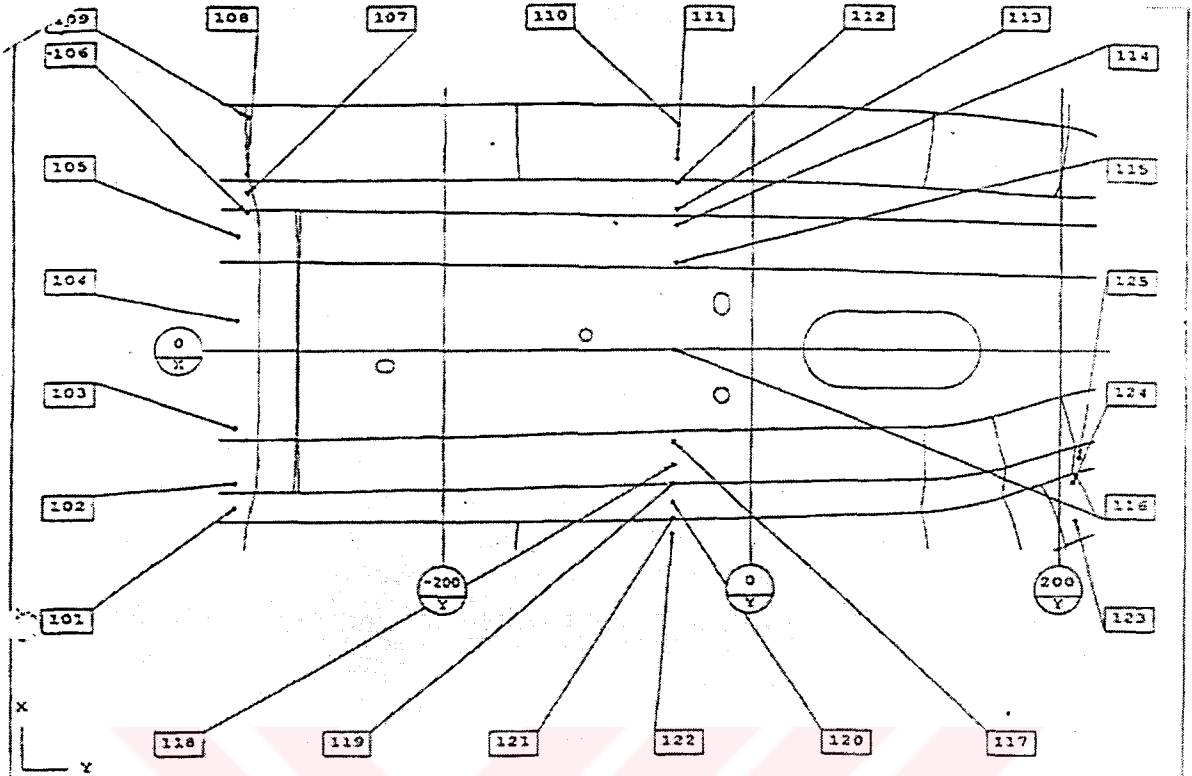
N.	XM	YN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	dir
51	-402.35	-402.49	.14	-260.22	-260.21	-.01	-76.62	-76.60	-.02	.14	X+
52	-371.70	-371.95	.25	-260.06	-260.08	.02	-76.03	-76.27	.24	-.35	X+
53	-472.49	-472.21	-.28	-260.90	-260.92	.02	-75.53	-75.81	.28	-.40	X-
54	-418.42	-418.42	.00	-185.13	-185.15	.02	-79.37	-79.60	.23	-.23	Z-
55	-422.28	-422.29	.01	-7.71	-7.45	-.26	-85.43	-85.38	-.05	.27	Y-
56	-422.43	-422.43	.00	11.90	11.92	-.02	-86.39	-86.66	.29	-.29	Z-
57	-422.59	-422.59	.01	28.13	27.71	.42	-82.84	-82.98	-.19	.46	Y+
58	-440.90	-440.56	-.34	11.69	11.64	.05	-83.66	-83.17	-.29	.45	X+
59	-451.53	-451.31	-.22	12.12	11.94	.18	-83.53	-83.98	.35	-.45	Z+
60	-404.95	-405.18	.23	11.99	11.96	.03	-84.19	-84.12	-.07	.24	X-
61	-375.69	-375.93	.24	12.35	12.35	.00	-83.72	-83.97	.25	-.35	Z-
62	-416.99	-416.29	-.70	178.69	178.81	-.12	-62.13	-63.00	.87	-1.12	Z+
63	-387.68	-387.95	.27	178.90	178.98	-.08	-62.05	-62.92	.87	-.16	Z-
64	-417.44	-416.74	-.70	182.64	182.73	-.09	-62.20	-62.99	.69	-.99	X-
65	-400.41	-400.41	.00	190.43	190.24	.19	-61.12	-61.41	.29	-.25	Z+
66	-416.41	-418.01	-.40	145.44	145.51	-.07	-68.00	-68.61	.61	-.73	Z-
67	-253.78	-253.78	.00	-340.84	-340.86	.02	-73.52	-73.72	.20	-.20	Z-
68	-254.45	-254.45	.00	-262.32	-262.33	.01	-79.00	-79.21	.21	-.21	Z-
69	-263.25	-263.25	.00	-247.86	-247.55	-.31	-78.45	-78.81	.35	-.47	Z-
70	-263.49	-263.40	.00	-219.47	-219.48	.01	-76.99	-77.20	.21	-.20	Z+
71	-233.17	-233.47	.30	-219.24	-219.26	.02	-80.18	-80.48	.30	-.41	X-
72	-310.79	-310.86	.07	-219.88	-219.87	-.01	-80.18	-80.11	-.07	.10	X+
73	-276.54	-276.54	.00	-188.09	-188.09	.00	-80.05	-80.05	.00	.01	Z-
74	-276.78	-276.78	.00	-160.21	-160.23	.02	-86.13	-86.35	.22	-.22	Z+
75	-277.68	-277.68	.00	-53.32	-53.32	.00	-89.58	-89.95	.27	-.27	Z-

INTER PROG Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CEKME UST GOBEK	
DISEGNO NO.		ELEMENTO NO.	
MODIFICHE		TOLLERANZA +0.5 OFFSET 0	
CLIENTE		COLLAUDATORE M. KARAGOZ	
FIRMA P.R.S. KLIP ATL		DATA	



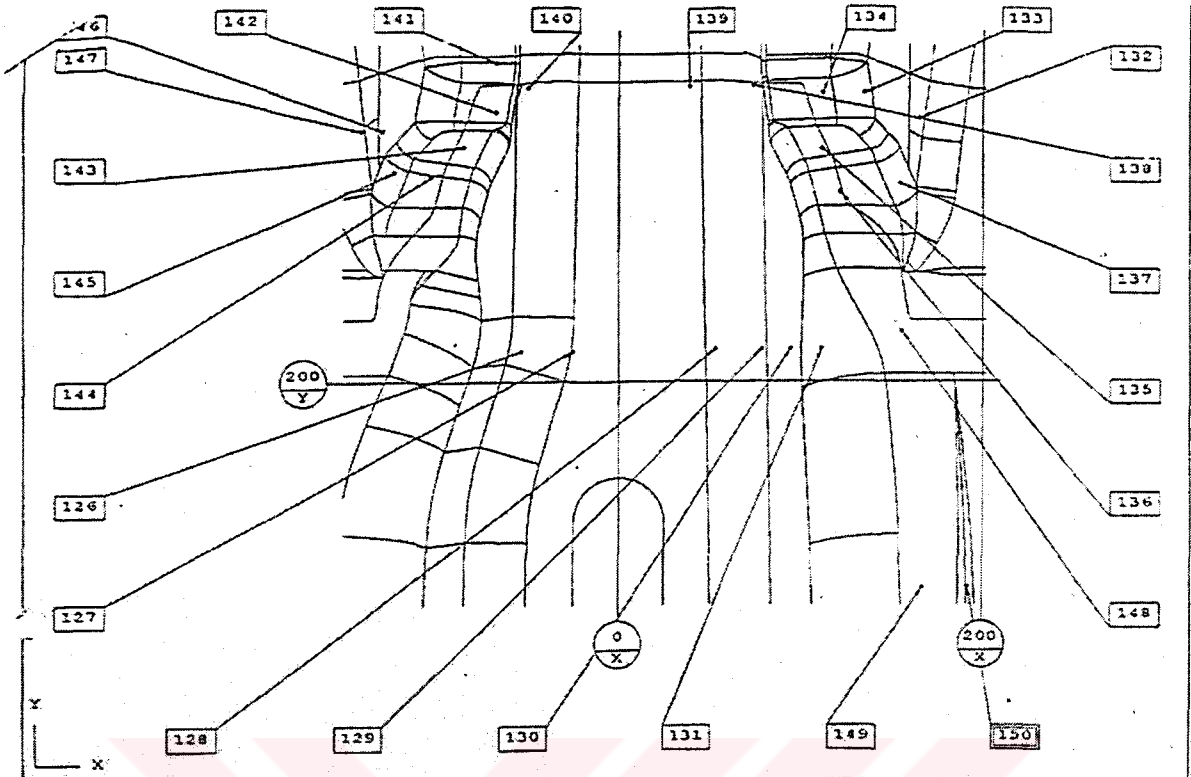
N.	XQ	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	dir
76	-277.76	-277.76	.00	-44.68	-44.52	-.26	-86.24	-86.50	.26	-.37	Y-
77	-277.94	-277.94	.00	-22.84	-22.83	-.01	-83.95	-84.23	.28	-.26	Z-
78	-310.53	-310.51	-.02	-23.09	-23.09	.00	-86.81	-86.83	.02	-.03	X-
79	-284.58	-284.58	.00	17.83	17.84	-.01	-84.11	-84.10	-.01	.02	Z-
80	-284.71	-284.71	.00	30.77	30.80	-.03	-86.10	-86.42	.32	-.32	Z-
81	-267.90	-267.88	-.02	148.83	149.11	-.28	-69.07	-69.39	.32	-.43	Z+
82	-267.96	-267.96	.00	163.02	162.99	.03	-69.06	-69.37	.31	-.31	Z-
83	-268.05	-268.09	-.04	180.88	181.24	-.36	-69.05	-69.47	.42	-.56	Z+
84	-268.27	-268.27	.00	198.87	198.95	-.08	-62.62	-62.99	.37	-.38	Z+
85	-268.55	-268.55	.00	233.15	233.23	-.08	-55.40	-55.77	.37	-.37	Z+
86	-268.84	-268.84	.00	266.50	266.50	.00	-49.65	-50.00	.35	-.35	Z+
87	-261.84	-261.84	.00	346.25	346.25	.00	-49.60	-50.00	.40	-.40	Z+
88	-170.14	-170.14	.00	340.00	340.00	.00	-49.63	-50.00	.37	-.37	Z+
89	-169.14	-169.14	.00	222.09	222.16	-.08	-57.75	-58.10	.35	-.36	Z-
90	-168.24	-168.24	.00	116.30	116.34	-.04	-75.68	-76.03	.35	-.36	Z-
91	-190.90	-190.74	-.16	116.12	116.18	-.06	-75.34	-75.90	.56	-.58	Z+
92	-178.41	-178.41	.00	-51.92	-51.93	.01	-83.06	-83.37	.31	-.31	Z-
93	-194.25	-193.65	-.60	-52.06	-52.07	.01	-86.71	-87.40	.69	-.31	Z-
94	-194.30	-193.39	-.91	-113.10	-113.15	.05	-84.15	-85.06	.91	-1.28	X-
95	-176.96	-176.96	.00	-254.41	-254.42	.01	-71.53	-71.75	.22	-.22	Z+
96	-194.31	-193.06	-1.25	-254.56	-254.65	.09	-73.97	-75.22	1.25	-1.77	X-
97	-179.14	-179.14	.00	-355.88	-355.89	.01	-64.41	-64.65	.24	-.24	Z+
98	-194.11	-193.13	-.98	-356.01	-356.08	.07	-57.20	-68.19	.99	-1.40	X-
99	-140.69	-140.67	-.02	-344.99	-344.99	.00	-61.70	-61.77	.07	-.06	Z-
100	-116.05	-116.29	-.24	-335.18	-335.17	-.01	-41.53	-41.39	-.14	.28	X-

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CERME UST GOBEK	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.		ELEMENTO NO.	
MODIFICHE		COLLAUDATORE M.KARAGOZ	
TOLLERANZA +0.5		OFFSET 0	
FIRMA		DATA	



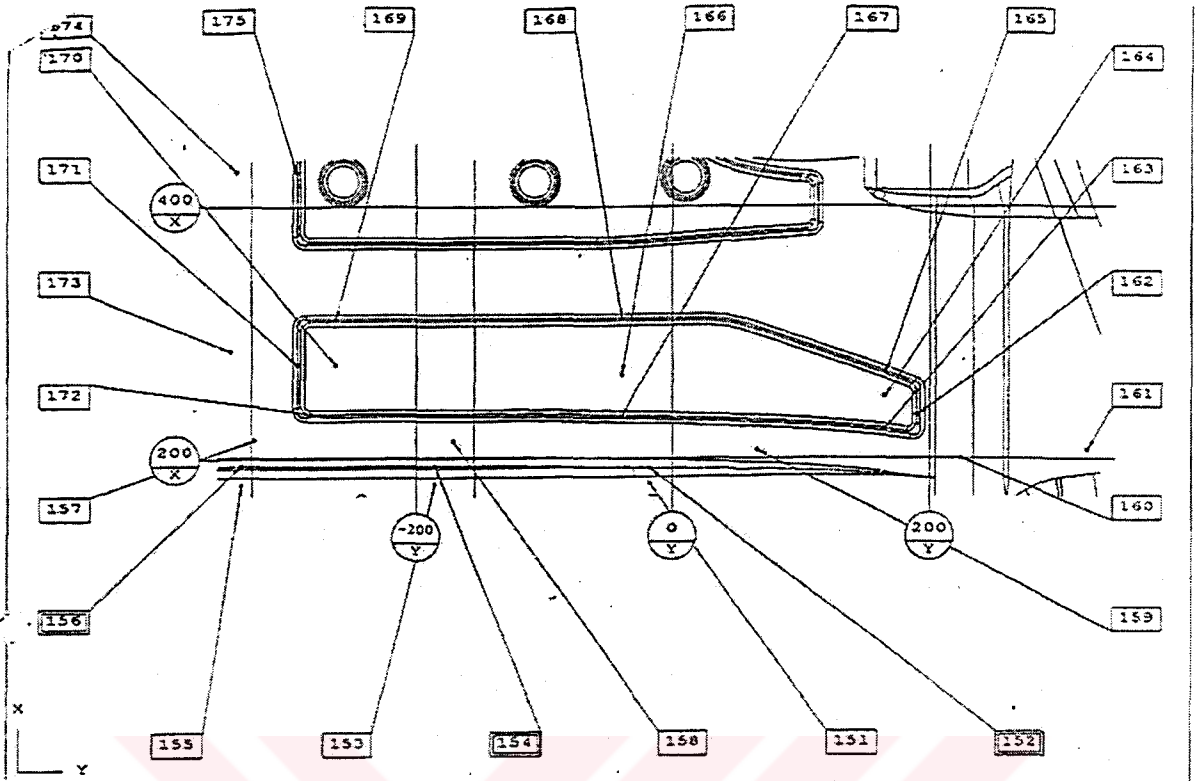
N.	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	dir
101	-101.79	-102.25	.46	-335.06	-335.05	-.01	3.99	4.11	-.12	.48	X+
102	-85.89	-86.13	.24	-334.89	-334.87	-.02	54.19	54.37	-.18	.31	X+
103	-50.73	-50.73	.00	-334.57	-334.58	.01	68.41	68.23	.18	-.28	Z-
104	19.51	19.51	.00	-333.98	-333.99	.01	68.37	68.19	.18	-.16	Z-
105	74.72	74.57	-.15	-333.53	-333.55	.02	64.39	64.11	.28	-.32	Z+
106	90.48	90.22	.26	-328.05	-328.05	.00	47.09	46.97	.12	-.29	X+
107	103.14	102.86	.28	-327.97	-327.97	.00	1.42	1.34	.08	-.23	X+
108	115.57	115.23	.34	-327.87	-327.88	.01	-39.82	-40.00	.18	-.38	X+
109	151.16	151.11	.05	-327.54	-327.56	.02	-65.66	-65.94	.28	-.23	Z+
110	146.36	146.28	.08	-49.16	-49.16	.00	-61.54	-61.65	.11	-.32	Z+
111	124.66	124.43	.23	-49.34	-49.34	.00	-69.57	-69.82	.25	-.34	Z+
112	108.81	108.65	.16	-49.46	-49.46	.00	-39.75	-39.79	.04	-.17	X+
113	91.60	91.43	.17	-49.58	-49.58	.00	24.69	24.55	.14	-.17	X+
114	81.32	81.14	.18	-49.66	-49.66	.00	52.28	52.13	.15	-.23	X+
115	56.70	56.68	.02	-49.86	-49.86	.00	65.56	65.35	.21	-.22	Z+
116	-.34	-.34	.00	-50.34	-50.34	.00	65.72	65.48	.24	-.24	Z+
117	-60.70	-60.67	-.03	-50.84	-50.84	.00	64.93	64.77	.16	-.16	Z+
118	-75.08	-75.12	.04	-50.95	-50.95	.00	58.08	58.13	-.05	.06	Z-
119	-87.05	-87.41	.36	-51.05	-51.05	.00	39.67	39.77	-.10	.37	X+
120	-99.24	-99.57	.33	-51.17	-51.17	.00	-5.79	-5.70	-.09	.24	X+
121	-109.38	-109.71	.33	-51.27	-51.27	.00	-43.70	-43.62	-.08	.23	X+
122	-119.88	-119.93	.05	-51.37	-51.37	.00	-64.97	-64.92	-.05	.07	X+
123	-110.75	-110.65	-.10	210.61	210.64	-.03	-58.22	-58.58	.34	-.38	Z-
124	-86.34	-86.37	.03	208.85	208.86	-.01	-41.02	-41.00	-.02	.04	X+
125	-69.82	-70.12	.30	212.48	212.56	-.08	7.02	7.10	-.08	-.33	X+

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CERME UST GOBEK	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.		ELEMENTO NO.	COLLAUDATORE M. KARAGOEZ
MODIFICHE	TOLLERANZA +0.5	OFFSET 0	FIRM. PUBBLICAZ. DATA



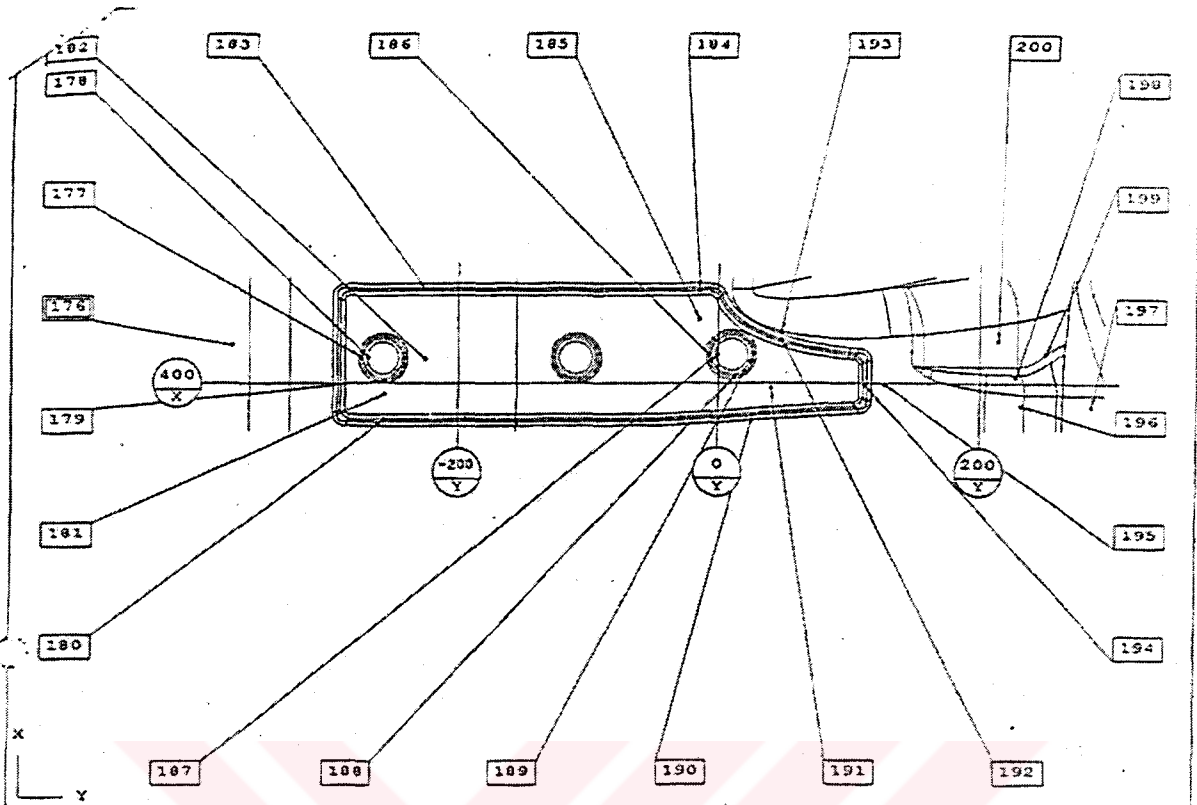
N.	XM	YN	DZ	VM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	dir
126	-53.76	-53.83	.07	216.72	216.73	-.01	52.54	52.60	-.06	.09	X-
127	-25.13	-25.13	.00	216.79	216.79	.00	65.80	65.49	.31	-.31	Z-
128	54.33	54.28	.05	217.46	217.46	.00	65.35	65.03	.32	-.33	Z+
129	79.81	79.71	.10	217.67	217.67	.00	46.67	46.61	.06	-.12	X-
130	95.23	95.16	.07	217.78	217.78	.00	-8.00	-8.02	.02	-.07	X-
131	112.09	111.88	.21	217.91	217.91	.00	-46.96	-47.19	.23	-.30	Z-
132	165.42	165.29	.13	344.65	344.67	-.02	-32.66	-32.74	.08	-.15	X+
133	135.19	135.01	.18	357.92	357.98	-.05	21.40	21.25	.15	-.24	X-
134	112.15	112.12	.03	357.52	357.69	-.17	31.04	30.68	.36	-.40	Z+
135	112.38	112.36	.02	327.59	327.89	-.30	-.13	-.30	.17	-.34	Y-
136	121.99	121.99	.00	303.62	303.89	-.27	-26.46	-26.75	.29	-.40	Z+
137	154.69	154.50	.19	308.86	309.04	-.18	-26.44	-26.72	.28	-.39	Z+
138	75.00	74.91	.09	362.34	362.34	.00	50.17	50.12	.05	-.10	X-
139	39.24	39.24	.00	362.04	362.04	.00	65.78	65.49	.29	-.29	Z-
140	-49.82	-49.80	-.02	361.31	361.31	.00	51.91	51.89	.02	-.02	X-
141	-67.38	-67.34	-.04	375.05	375.06	-.01	40.54	40.29	.25	-.25	Z-
142	-67.14	-67.11	-.03	347.87	348.06	-.19	20.28	20.89	-.39	-.44	Z-
143	-84.95	-84.93	-.02	328.85	329.16	-.31	5.29	5.11	.18	-.36	Y-
144	-102.73	-102.73	.00	312.71	313.01	-.30	-19.83	-20.15	.32	-.44	Z-
145	-122.81	-122.66	-.15	315.23	315.40	-.17	-19.82	-20.06	.24	-.34	Z-
146	-129.07	-129.06	-.01	338.01	338.01	.00	-20.06	-20.07	.01	-.01	X-
147	-141.37	-141.27	-.10	337.91	337.92	-.01	-40.55	-40.63	.08	-.13	X-
148	155.61	155.61	.00	227.78	227.85	-.07	-56.59	-56.90	.31	-.32	Z-
149	167.14	167.14	.00	86.66	86.68	-.02	-78.72	-79.01	.29	-.29	Z-
150	192.20	191.96	.24	86.86	86.92	-.06	-79.80	-80.43	.63	-.66	Z-

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CERME UST GOBEK	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.	ELEMENTO NO.	COLLAUDATORE M. KARAGÖZ	
MODIFICHE	TOLLERANZA +-0.5 OFFSET 0	NEW MATERIAL	



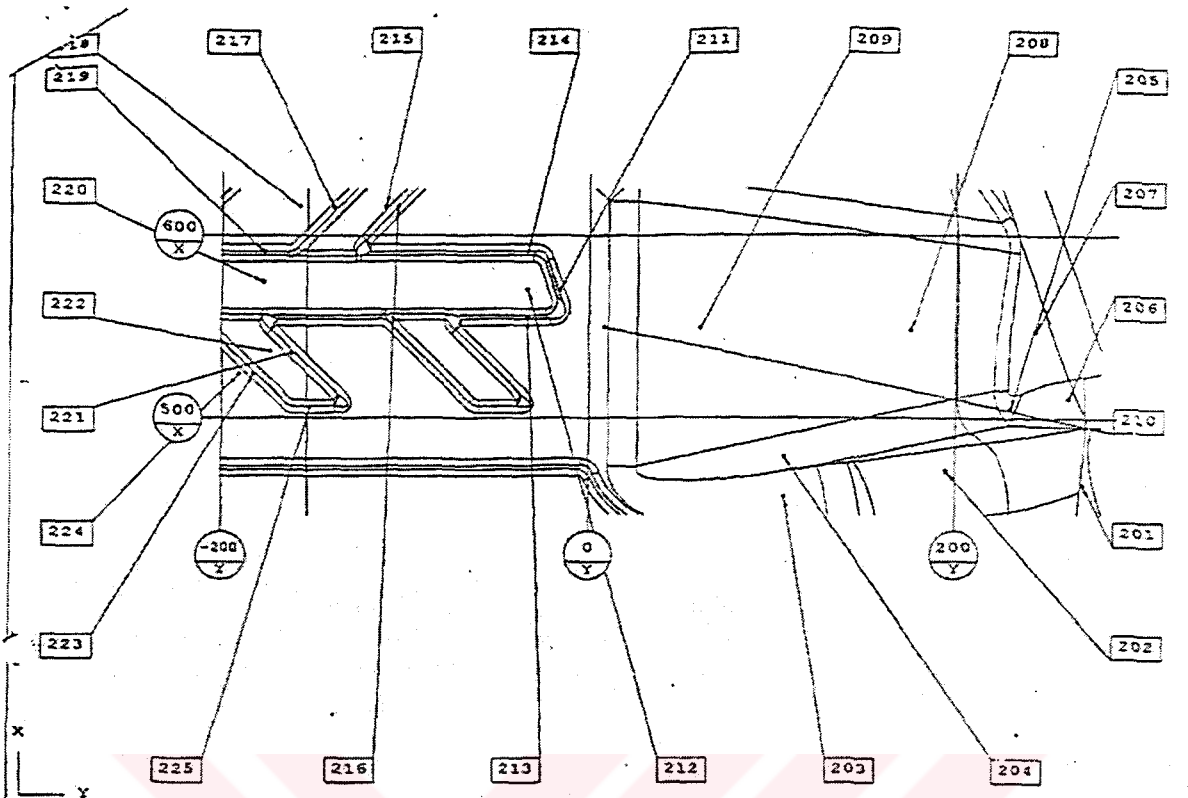
N.	XM	YM	DM	YN	DN	DZ	DEV.	dir
151	179.94	179.94	.00	-17.89	-17.89	.00	-83.33	-83.59 .26
152	192.97	192.20	.77	-17.79	-17.78	-.01	-85.37	-86.21 .84
153	180.17	180.17	.00	-185.52	-185.54	.02	-76.36	-76.56 .20
154	195.08	194.53	.55	-185.42	-185.46	.04	-80.97	-81.53 .56
155	179.85	179.85	.00	-337.41	-337.42	.01	-65.75	-65.94 .19
156	195.57	195.15	.42	-337.30	-337.34	.04	-71.01	-71.49 .48
157	215.14	215.14	.00	-327.78	-327.80	.02	-74.45	-74.63 .18
158	213.79	213.79	.00	-170.72	-170.73	.01	-85.44	-85.62 .18
159	206.08	206.09	.00	66.78	66.81	-.03	-83.00	-83.28 .28
160	199.99	199.99	.00	223.99	224.05	-.06	-57.39	-57.70 .31
161	206.69	206.69	.00	326.02	326.02	.00	-49.71	-50.00 .29
162	233.91	233.91	.00	189.96	189.98	-.02	-61.26	-61.23 -.03
163	222.24	222.31	-.07	164.39	164.41	-.02	-66.43	-66.49 .06
164	248.09	248.09	.00	164.62	164.68	-.06	-64.31	-64.51 .20
165	268.15	267.99	.16	165.08	165.05	.03	-67.25	-67.42 .17
166	266.24	266.24	.00	-40.41	-40.40	-.01	-84.45	-84.68 .23
167	231.97	231.91	.06	-40.70	-40.70	.00	-87.72	-87.67 -.05
168	311.38	311.18	.20	-40.03	-40.02	-.01	-87.72	-87.93 .21
169	310.99	310.72	.27	-263.96	-263.98	.02	-76.62	-76.89 .27
170	274.68	274.28	.00	-264.24	-264.25	.01	-73.89	-74.07 .18
171	274.96	274.96	.00	-293.91	-293.71	-.20	-75.51	-75.76 .25
172	234.58	234.47	.11	-276.24	-276.23	-.01	-75.59	-75.48 -.11
173	265.67	265.67	.00	-345.93	-345.94	.01	-73.19	-73.36 .17
174	427.64	427.64	.00	-340.95	-340.96	.01	-73.54	-73.71 .17
175	427.24	427.24	.00	-294.21	-294.04	-.17	-75.72	-75.99 .27

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIM CERMIE UST GOBEK	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.	ELEMENTO NO.	COLLAUDATORE	M. KARAGÖZ
MODIFICHE	TOLLERANZA +0.5	OFFSET	0
		FIRMA P. B. RELI ALI	DATA



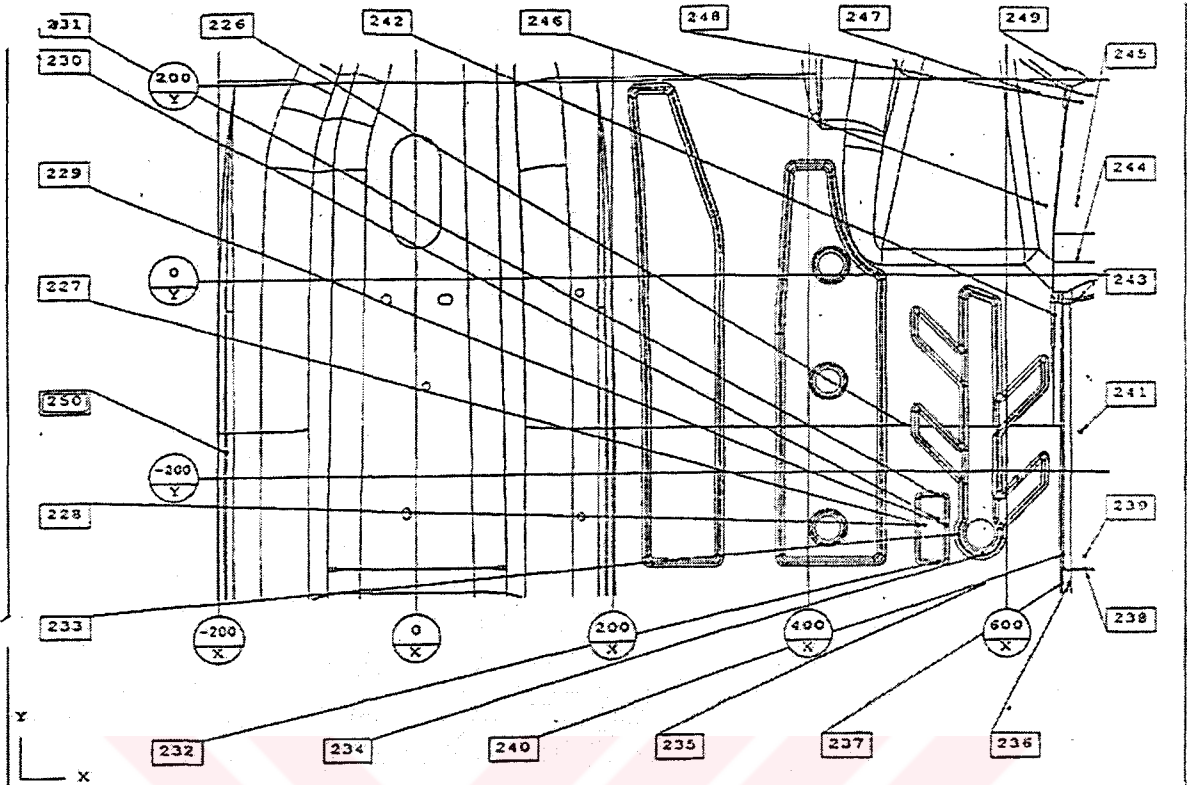
N.	XM	XN	DM	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	dir
176	429.24	429.24	.00	-373.15	-373.45	.30	-67.06	-71.44	4.36	-4.39	Z-
177	420.55	420.54	.01	-275.61	-275.44	-.17	-75.96	-75.92	-.04	.17	Y-
178	420.53	420.53	.00	-269.65	-269.67	.02	-77.54	-77.70	.16	-.16	Z+
179	402.63	402.40	.23	-256.81	-256.80	-.01	-76.82	-76.83	.03	-.23	X+
180	372.51	372.36	.15	-256.94	-256.93	-.01	-76.23	-76.09	-.14	.21	X+
181	391.72	391.72	.00	-256.76	-256.77	.01	-74.42	-74.59	.17	-.17	Z+
182	418.65	418.65	.00	-225.09	-225.10	.01	-76.63	-76.60	.17	-.17	Z+
183	473.15	472.91	.24	-224.66	-224.68	.02	-78.81	-79.05	.24	-.34	X+
184	472.64	472.46	.18	-14.35	-14.34	-.01	-65.51	-65.69	.18	-.26	X+
185	449.64	449.64	.00	-14.54	-14.54	.00	-63.72	-63.94	.22	-.23	Z-
186	422.00	422.01	-.01	-7.73	-7.39	-.34	-65.04	-65.79	-.05	.34	Y-
187	421.89	421.89	.00	-.61	-.60	-.01	-67.05	-67.28	.23	-.23	Z+
188	405.23	405.29	-.06	12.32	12.32	.00	-64.64	-64.64	.00	.07	X-
189	422.99	422.90	-.09	26.74	27.01	-.27	-65.13	-65.38	.25	-.37	Y-
190	375.60	375.52	.08	27.08	27.08	.00	-64.47	-64.40	-.07	.11	Z-
191	395.76	395.96	.20	39.96	39.98	-.02	-60.45	-60.70	.25	-.25	Z-
192	433.92	433.77	.15	48.28	48.25	.03	-63.01	-63.17	.16	-.22	Z-
193	439.53	439.53	.00	48.09	48.12	-.03	-64.76	-65.04	.28	-.27	Z+
194	398.55	398.55	.00	112.02	112.04	-.02	-75.22	-75.16	-.04	.08	Z-
195	398.41	398.41	.00	127.44	127.50	-.04	-75.43	-75.69	.26	-.28	Z-
196	382.33	382.33	.00	232.20	232.27	-.07	-55.67	-55.97	.30	-.31	Z-
197	381.89	381.89	.00	285.33	285.33	.00	-49.71	-50.00	.29	-.29	Z-
198	404.62	404.72	-.10	227.61	227.64	-.03	-52.00	-52.10	.10	-.16	Z-
199	423.05	423.26	-.01	250.26	250.23	.03	-45.02	-45.14	.12	-.12	Z-
200	433.49	433.49	.00	214.25	214.35	-.10	-50.85	-51.16	.31	-.30	Z-

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CEKME UST GOBEK 1	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.		ELEMENTO NO.	COLLAUDATORE M.KARAGOZ
MODIFICHE	TOLLERANZA +0.5	OFFSET 0	HRA M.L.M.M.M.L DATA



N.	XM	YM	DM	YM	YN	DY	ZM	ZN	CI	DEV.	dir
201	463.52	463.60	-.08	269.85	269.85	.00	-35.21	-35.38	.17	-.20	Z-
202	470.72	470.79	-.07	194.99	195.01	-.02	-47.35	-47.42	.07	-.10	Z-
203	457.00	457.04	-.04	106.34	106.35	-.01	-72.04	-72.11	.07	-.08	Z-
204	478.70	478.74	-.04	106.36	106.39	-.02	-47.15	-47.20	.05	-.07	Z-
205	505.36	505.38	-.02	229.92	229.92	.00	13.77	13.74	.03	-.04	Z-
206	510.62	510.68	-.06	261.70	261.69	.01	13.93	13.60	.13	-.14	Z-
207	547.68	547.69	-.01	243.78	243.78	.00	17.49	17.22	.27	-.27	Z-
208	548.30	548.30	.00	175.37	175.53	-.16	-3.04	-8.17	.33	-.37	Z-
209	549.27	549.27	.00	60.32	60.47	-.15	-66.00	-66.23	.29	-.03	Z-
210	549.70	549.70	.00	8.33	8.94	-.01	-87.60	-87.84	.24	-.23	Z-
211	569.90	569.97	-.07	-16.38	-16.18	-.20	-69.35	-69.67	.32	-.39	Z-
212	570.20	570.20	.00	-34.50	-34.49	-.01	-34.35	-34.56	.21	-.21	Z-
213	554.81	554.60	.21	-34.63	-34.62	-.01	-92.95	-91.19	.21	-.30	X-
214	591.80	591.75	.05	-34.31	-34.31	.00	-92.69	-90.82	-.06	.08	Z-
215	615.23	615.23	.00	-112.53	-112.54	.01	-81.79	-92.00	.21	-.21	Z-
216	615.66	615.47	.19	-106.27	-106.09	-.18	-92.58	-90.87	.29	-.39	Z-
217	615.17	615.17	.00	-140.64	-140.64	.00	-88.10	-88.11	.01	.00	Z-
218	615.63	615.63	.00	-159.13	-159.14	.01	-66.29	-66.43	.15	-.14	Z-
219	591.60	591.46	.14	-178.21	-178.20	-.01	-86.77	-86.64	-.13	.19	X-
220	574.60	574.60	.00	-178.34	-178.35	.01	-89.95	-90.10	.15	-.15	Z-
221	536.01	536.07	-.06	-162.63	-162.56	-.05	-69.27	-68.41	.14	-.16	Z-
222	536.50	536.50	.00	-174.37	-174.39	.02	-68.21	-68.17	.16	-.16	Z-
223	524.50	524.41	.09	-193.07	-193.17	.10	-85.40	-85.59	.19	-.23	Z-
224	524.17	524.17	.00	-190.90	-190.92	.02	-64.02	-64.21	.19	-.18	Z-
225	506.22	506.03	.19	-153.39	-153.41	.02	-87.67	-87.91	.24	-.31	Z-

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CEKME UST GOSEK	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.		ELEMENTO NO.	
MODIFICHE		TOLLERANZA +0.5 OFFSET 0	
		COLLAUDATORE M. KARAGOL	
		FIRMA E DATA	

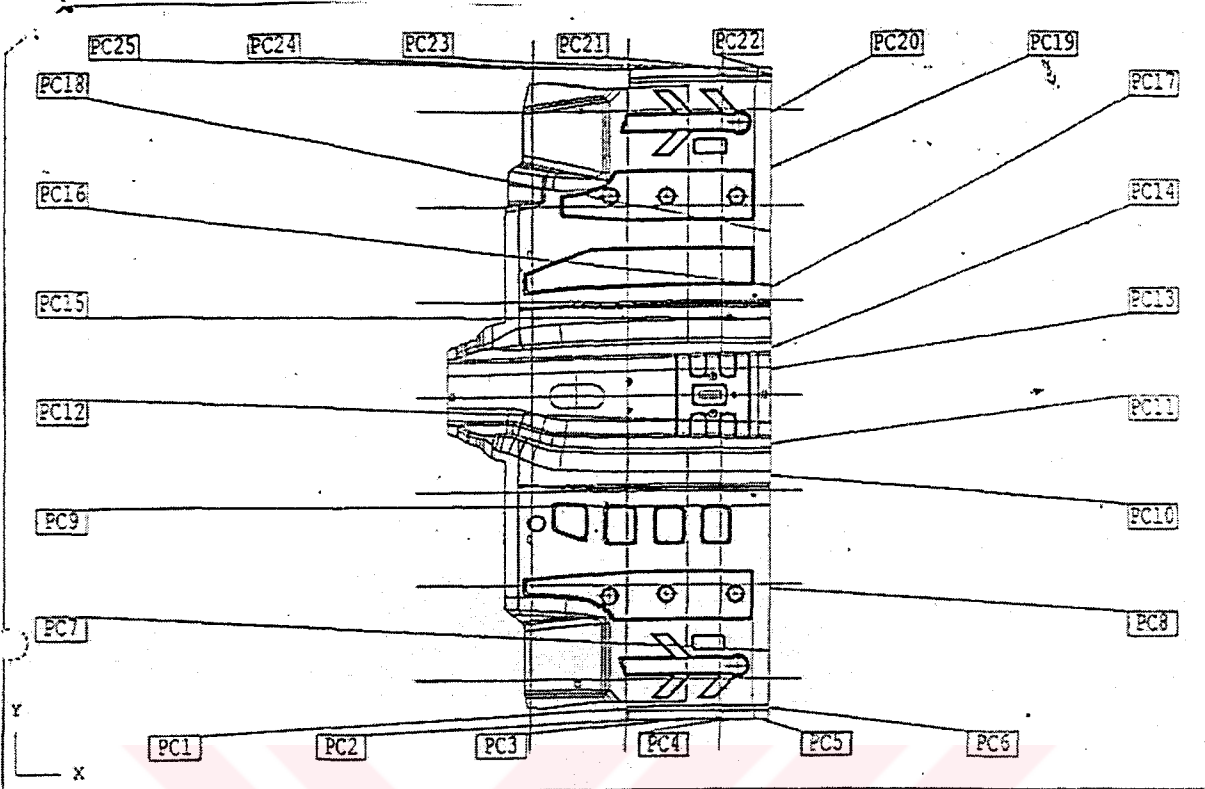


N.	X04	X05	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV.	dir
226	495.65	495.65	.00	-153.46	-153.47	.01	-86.65	-86.62	.17	-.17	Z+
227	516.40	516.40	.00	-255.47	-255.48	.01	-77.51	-77.69	.18	-.17	Z+
228	509.75	509.73	.02	-255.53	-255.53	.00	-78.87	-78.84	-.03	.04	Z-
229	538.01	537.77	.24	-255.31	-255.33	.02	-78.20	-78.47	.27	-.36	Z+
230	529.68	529.68	.00	-249.29	-249.30	.01	-77.95	-78.12	.17	-.16	Z+
231	529.50	529.50	.00	-225.01	-224.97	-.04	-80.95	-80.91	-.04	.05	Z-
232	530.07	530.07	.00	-293.45	-293.30	-.15	-75.96	-76.23	.27	-.31	Z-
233	550.62	550.37	.25	-264.72	-264.75	.03	-81.16	-81.41	.25	-.36	X+
234	575.79	575.76	.03	-285.79	-285.64	-.15	-81.21	-81.08	-.13	.20	Y-
235	576.07	576.07	.00	-315.80	-315.81	.01	-75.33	-75.47	.14	-.15	Z+
236	665.07	665.07	.00	-315.07	-315.07	.00	-74.82	-74.95	.13	-.14	Z+
237	656.84	656.84	.00	-315.13	-315.14	.01	-74.98	-75.01	.03	-.03	Z+
238	681.32	681.32	.00	-300.88	-300.81	-.07	-75.00	-75.23	.23	-.26	Z-
239	681.21	681.21	.00	-288.00	-288.01	.01	-75.81	-75.95	.14	-.15	Z+
240	658.30	658.31	-.01	-285.42	-285.43	.01	-76.13	-76.16	.05	-.04	Z-
241	676.63	676.63	.00	-161.15	-161.16	.01	-84.68	-84.82	.14	-.15	Z-
242	650.85	650.76	.09	-41.37	-41.37	.00	-90.47	-90.72	.25	-.27	Z+
243	673.92	673.89	.03	-25.15	-25.03	-.12	-93.50	-93.80	.30	-.32	Z-
244	673.47	673.47	.00	16.56	16.71	-.15	-78.56	-78.63	.27	-.31	Z-
245	673.02	673.02	.00	70.75	70.92	-.17	-46.50	-46.78	.28	-.30	Z+
246	640.38	640.45	-.07	70.55	70.64	-.09	-51.75	-51.91	.16	-.20	Z-
247	632.50	632.60	-.10	184.03	184.16	-.13	8.78	8.56	.22	-.27	Z-
248	677.74	677.74	.00	174.85	175.04	-.19	17.55	17.24	.31	-.36	Z+
249	660.10	660.11	-.01	210.07	210.07	.00	24.60	24.48	.10	-.20	Z-
250	-193.58	-192.33	-1.25	-174.37	-174.46	.09	-78.78	-80.09	1.31	-1.82	Z-

INTER PROG		NOME ONGOUS ALT TABAN DERIN CERME UST GOBEK	
Centro di sistemi e servizi CAD/CAM		CLIENTE	
DISEGNO NO.		ELEMENTO NO.	COLLAUDATORE M. KARAGÖZ
MODIFICHE	TOLLERANZA +-0.5	OFFSET 0	FIRMA DATA



EK 2



KESME KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
PC1	603.49	603.41	.08	-662.71	-662.72	-.01	5.54	5.54	.00	-.09	X+	-.50	.50
PC2	621.16	621.16	.00	-686.27	-685.96	.31	.55	.63	-.08	.32	Y+	-.50	.50
PC3	727.90	727.90	.00	-685.71	-685.96	-.25	.70	.63	.07	-.26	Y-	-.50	.50
PC4	820.89	820.89	.00	-686.49	-685.96	.53	.48	.63	-.14	.55	Y+	-.50	.50
PC5	886.08	886.08	.00	-686.34	-685.73	.61	-.40	-.24	.16	.63	Y+	-.50	.50
PC6	903.60	904.00	-.40	-662.21	-662.21	.00	4.65	4.65	.00	-.40	X-	-.50	.50
PC7	903.90	904.00	-.10	-541.30	-541.30	.00	4.08	4.08	.00	-.10	X-	-.50	.50
PC8	904.20	904.00	.20	-409.72	-409.72	.00	4.08	4.08	.00	.20	X+	-.50	.50
PC9	904.10	904.00	.10	-231.02	-231.02	.00	4.08	4.08	.00	.10	X+	-.50	.50
PC10	904.33	904.00	.33	-168.05	-168.05	.00	12.08	12.08	.00	.33	X+	-.50	.50
PC11	904.27	904.00	.27	-102.69	-102.69	.00	80.51	80.51	.00	.27	X+	-.50	.50
PC12	903.68	904.00	-.32	-59.15	-59.15	.00	146.10	146.10	.00	-.32	X-	-.50	.50
PC13	903.84	904.00	-.16	54.95	54.95	.00	146.13	146.13	.00	-.16	X-	-.50	.50
PC14	904.12	904.00	.12	100.18	100.18	.00	89.85	89.85	.00	.12	X+	-.50	.50
PC15	904.29	904.00	.29	163.09	163.09	.00	12.08	12.08	.00	.29	X+	-.50	.50
PC16	903.80	904.00	-.20	231.20	231.20	.00	4.08	4.08	.00	-.20	X-	-.50	.50
PC17	904.30	904.00	.30	226.13	226.13	.00	4.08	4.08	.00	.30	X+	-.50	.50
PC18	903.99	904.00	-.01	345.19	345.19	.00	4.08	4.08	.00	-.01	X-	-.50	.50
PC19	904.04	904.00	.04	490.09	490.09	.00	4.08	4.08	.00	.04	X+	-.50	.50
PC20	903.70	904.00	-.30	593.28	593.28	.00	4.08	4.08	.00	-.30	X-	-.50	.50
PC21	903.55	904.00	-.45	672.37	672.37	.00	3.34	3.34	.00	-.45	X-	-.50	.50
PC22	881.31	891.31	.00	685.67	685.73	-.06	-.22	-.24	-.02	-.06	Y-	-.50	.50
PC23	780.45	780.45	.00	685.96	685.96	.00	.63	.63	.00	.00	Y+	-.50	.50
PC24	688.63	688.63	.00	685.66	685.96	-.30	.71	.63	.08	-.31	Y-	-.50	.50
PC25	614.59	614.59	.00	685.55	685.96	-.41	.74	.63	.11	-.42	Y-	-.50	.50

TOFAS P.U.B.
Kalip Imi.Bak.Anl.
DEA DELTA

ADI : 1

SAYFA : 1/6

MUSTERI :

SIRA NO :

TIP :

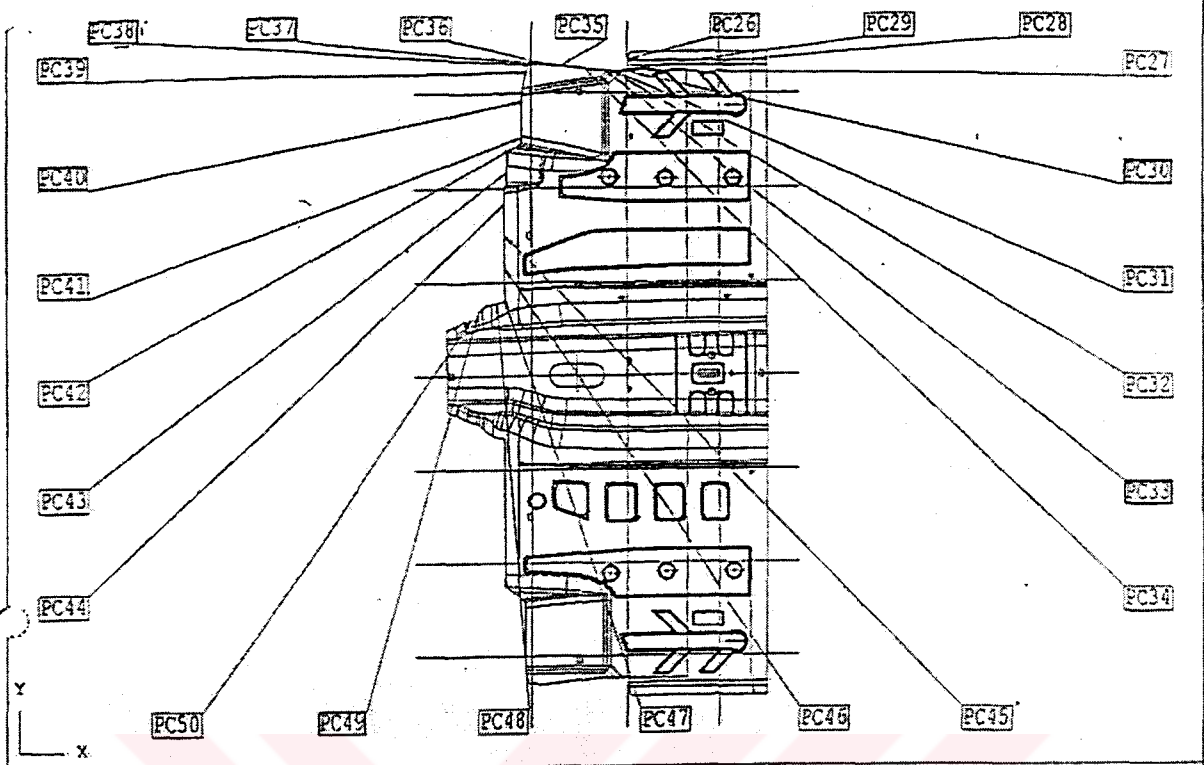
RESIM NO :

OLCEN : M.KARAGOZ

DEG.TAR :

OFFSET : 0

TOL. : +-0.5



KESME KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
PC26	604.10	604.18	-.08	670.62	670.62	.01	4.74	4.74	.00	.08	X-	-.50	.50
PC27	598.91	598.91	.00	645.50	645.71	-.22	10.56	10.56	.00	-.22	Y-	-.50	.50
PC28	594.92	595.08	-.16	648.10	648.10	.00	26.49	26.50	-.01	-.16	X-	-.50	.50
PC29	590.72	590.72	.00	648.10	648.10	.00	37.97	37.97	.00	.00	Z+	-.50	.50
PC30	580.74	580.23	-.51	648.10	648.10	.00	29.02	29.37	-.34	-.52	X+	-.50	.50
PC31	568.36	568.28	.08	648.10	648.10	.00	24.71	24.56	.15	.17	Z+	-.50	.50
PC32	565.51	565.36	.15	648.10	648.10	.00	37.55	37.57	-.02	.16	X+	-.50	.50
PC33	554.24	554.58	-.33	648.10	648.10	.00	49.57	50.08	-.50	-.60	Z-	-.50	.50
PC34	510.62	510.51	.11	652.02	652.02	.00	81.23	81.07	.16	.19	Z+	-.50	.50
PC35	463.50	463.36	.14	657.36	657.36	.00	115.00	114.81	.19	.24	Z+	-.50	.50
PC36	427.22	427.31	-.09	661.44	661.44	.00	140.48	140.60	-.12	-.15	Z-	-.50	.50
PC37	413.71	414.16	-.46	661.90	661.85	.05	130.20	129.90	.30	.55	X-	-.50	.50
PC38	404.17	404.40	-.24	657.52	658.29	-.77	130.05	130.26	-.21	-.33	Y-	-.50	.50
PC39	388.96	388.99	-.02	644.40	644.40	.00	133.75	133.74	.02	.03	X-	-.50	.50
PC40	379.32	379.84	-.52	583.11	583.11	.00	120.17	119.86	.31	.61	X-	-.50	.50
PC41	379.60	379.79	-.18	508.15	508.14	.00	119.74	119.64	.10	.21	X-	-.50	.50
PC42	364.10	363.76	.34	487.00	487.07	-.07	95.18	95.37	-.20	-.40	X+	-.50	.50
PC43	348.08	347.98	.10	434.56	434.56	.00	71.34	71.38	-.04	-.11	X+	-.50	.50
PC44	342.77	342.64	.13	368.04	368.04	.00	62.24	62.28	-.04	-.14	X+	-.50	.50
PC45	342.96	342.64	.32	301.29	301.29	.00	62.19	62.28	-.09	-.34	X+	-.50	.50
PC46	342.86	342.64	.22	230.51	230.51	.00	62.22	62.28	-.06	-.23	X+	-.50	.50
PC47	342.90	342.64	.26	166.67	166.67	.00	62.21	62.28	-.07	-.27	X+	-.50	.50
PC48	326.34	326.29	.06	156.54	156.89	-.35	66.93	66.94	-.02	-.35	Y-	-.50	.50
PC49	287.24	286.84	.40	134.82	135.18	-.35	81.59	81.82	-.23	-.58	X+	-.50	.50
PC50	272.98	272.91	.06	121.87	122.34	-.48	95.99	96.06	-.07	-.49	Y-	-.50	.50

TOFAS P.U.B.
Kalip İml.Bak.Acl.
DEA DELTA

ADI :

SAYFA : 2/6

MUSTERI :

SIRA NO :

TIP :

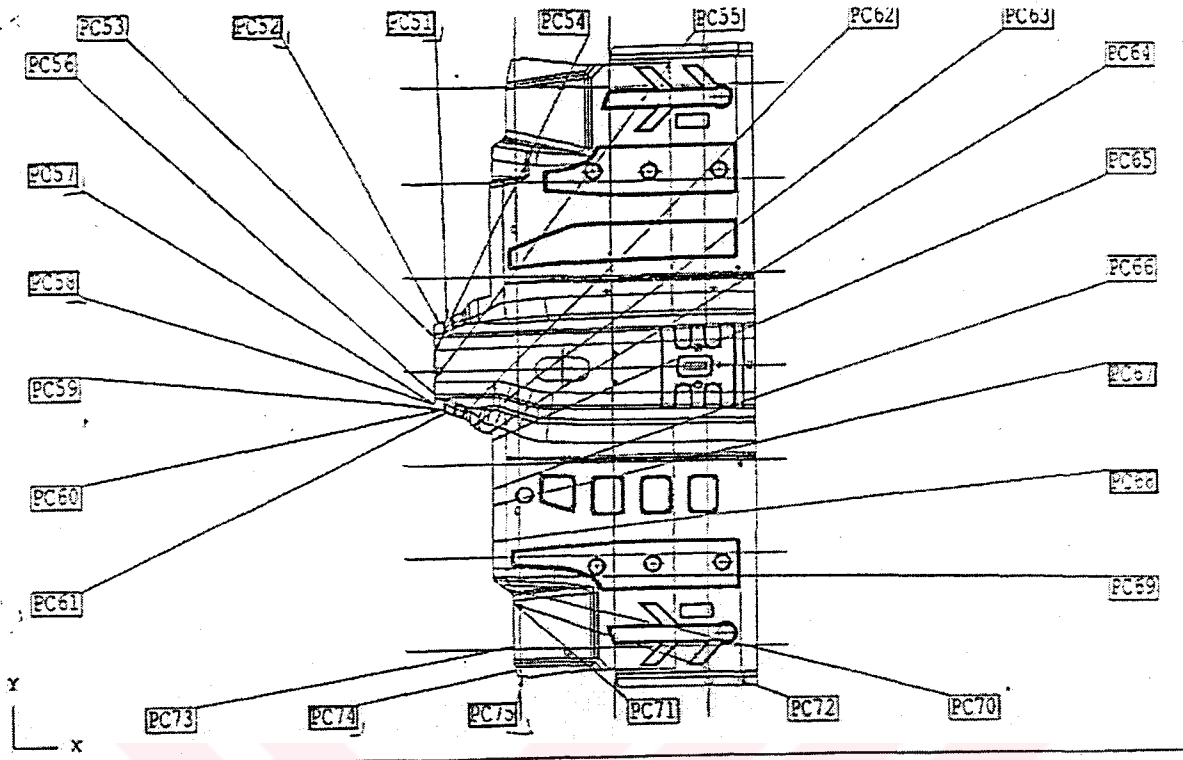
RESİM NO :

OLCEN : M.KARAGOZ

DEĞ.TAR :

OFFSET : 0

TOL. : +-0.5 İMNE :



KESME KONTROLU

Entity	XM	YN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
PC51	249.14	248.99	.15	111.81	112.79	-.97	131.75	131.94	-.19	-1.00	Y-	-.50	.50
PC52	231.24	230.95	.29	103.85	104.82	-.97	154.30	154.39	-.08	-1.02	Y-	-.50	.50
PC53	220.68	220.46	.23	73.68	73.68	.00	178.45	178.45	.00	-.23	X+	-.50	.50
PC54	220.31	220.45	-.14	41.15	41.15	.00	192.20	192.19	.01	.14	X-	-.50	.50
PC55	220.28	220.45	-.18	-16.64	-16.64	.00	192.20	192.19	.01	.18	X-	-.50	.50
PC56	220.72	220.46	.26	-48.50	-48.50	-.01	180.08	180.09	-.01	-.26	X+	-.50	.50
PC57	221.50	220.45	1.04	-70.60	-70.65	-.05	162.92	163.52	-.60	-1.00	X+	-.50	.50
PC58	221.47	220.45	1.02	-70.59	-70.65	-.05	162.94	163.52	-.58	-1.17	X+	-.50	.50
PC59	228.92	228.93	-.01	-79.51	-79.49	.02	157.83	157.83	.00	.02	Y+	-.50	.50
PC60	234.19	234.27	-.08	-81.63	-81.38	.25	154.60	154.59	.02	.26	Y+	-.50	.50
PC61	246.25	246.24	.01	-86.41	-86.49	-.08	141.02	141.03	-.01	-.08	Y-	-.50	.50
PC62	274.46	274.50	-.04	-99.24	-98.95	.29	94.38	94.34	.04	.29	Y+	-.50	.50
PC63	301.31	301.37	-.06	-117.20	-117.12	.08	74.60	74.58	.02	.11	Y+	-.50	.50
PC64	333.73	333.76	-.03	-132.55	-132.25	.30	64.82	64.81	.01	.31	Y+	-.50	.50
PC65	342.25	341.97	.28	-148.63	-148.63	.00	62.39	62.47	-.08	-.29	X+	-.50	.50
PC66	342.61	342.22	.39	-252.29	-252.29	.00	62.29	62.40	-.11	-.40	X+	-.50	.50
PC67	342.90	342.31	.59	-287.02	-287.02	.00	62.21	62.37	-.17	-.61	X+	-.50	.50
PC68	343.03	342.50	.53	-365.25	-365.26	.00	62.17	62.32	-.15	-.55	X+	-.50	.50
PC69	345.85	345.72	.12	-442.00	-442.02	-.02	66.69	66.74	-.05	-.13	X+	-.50	.50
PC70	368.56	368.81	-.26	-468.74	-468.72	.02	102.80	102.64	.16	.30	X-	-.50	.50
PC71	385.77	385.79	-.02	-500.63	-500.63	.00	128.91	128.89	.02	.02	X-	-.50	.50
PC72	385.53	385.79	-.26	-500.61	-500.61	.00	129.07	128.89	.17	.31	X-	-.50	.50
PC73	386.02	385.79	.23	-594.45	-594.45	.00	128.74	128.89	-.15	-.27	X+	-.50	.50
PC74	389.99	389.33	.66	-645.93	-645.93	.00	133.82	134.25	-.43	-.79	X+	-.50	.50
PC75	401.08	402.82	-.26	-659.30	-659.47	.17	131.62	131.39	.23	.90	Y+	-.50	.50

TOFAS P.U.B.
Kalip Iml. Bak. Atl.
DEA DELTA

ADI : _____

MUSTERI : _____

SAYFA : 3/6

SIRA NO : _____

TIP : _____

RESIM NO : _____

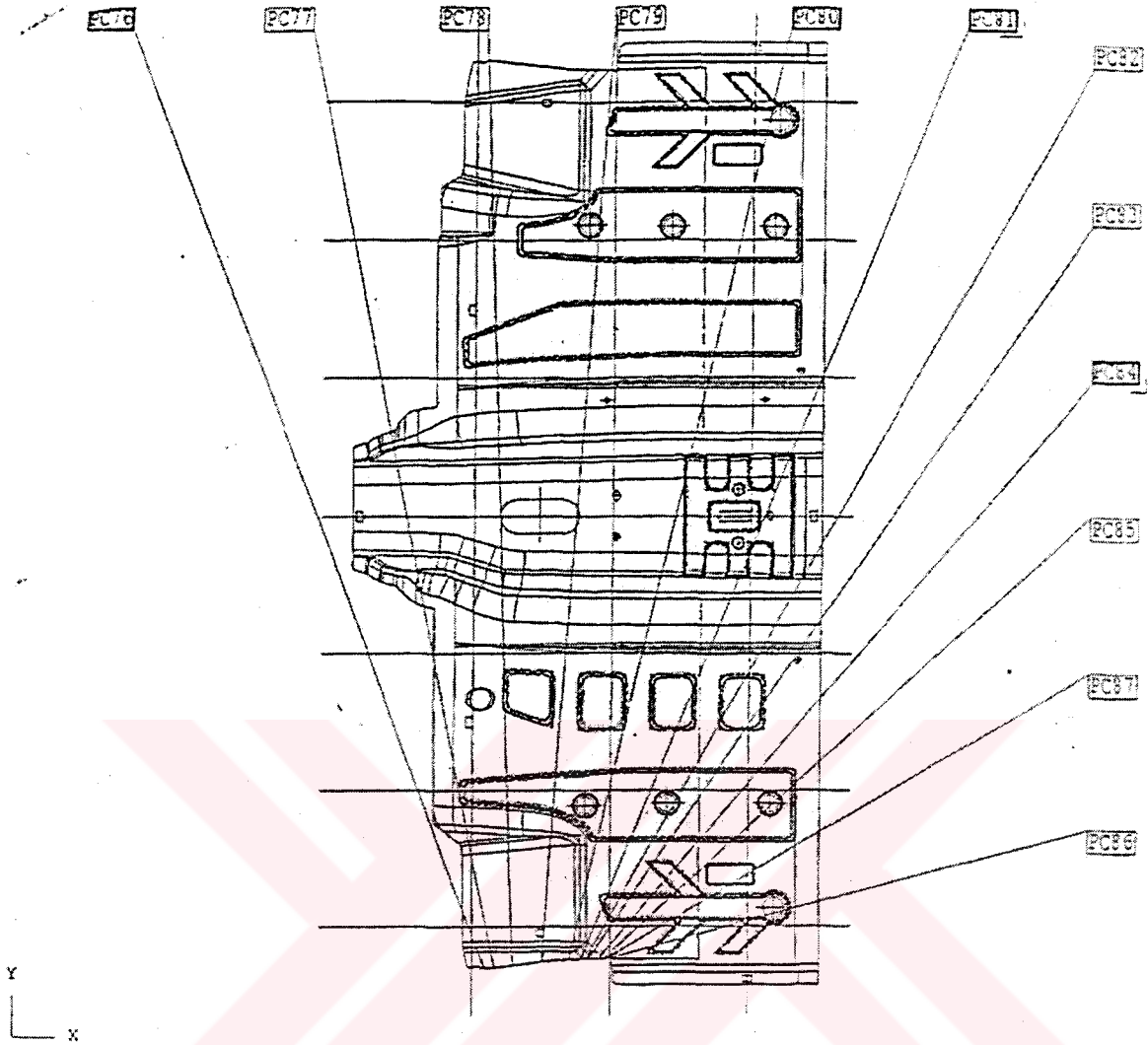
OLCEN : M.KARAGOZ

DEG.TAR : _____

OFFSET : 0

TOL. : --0.5

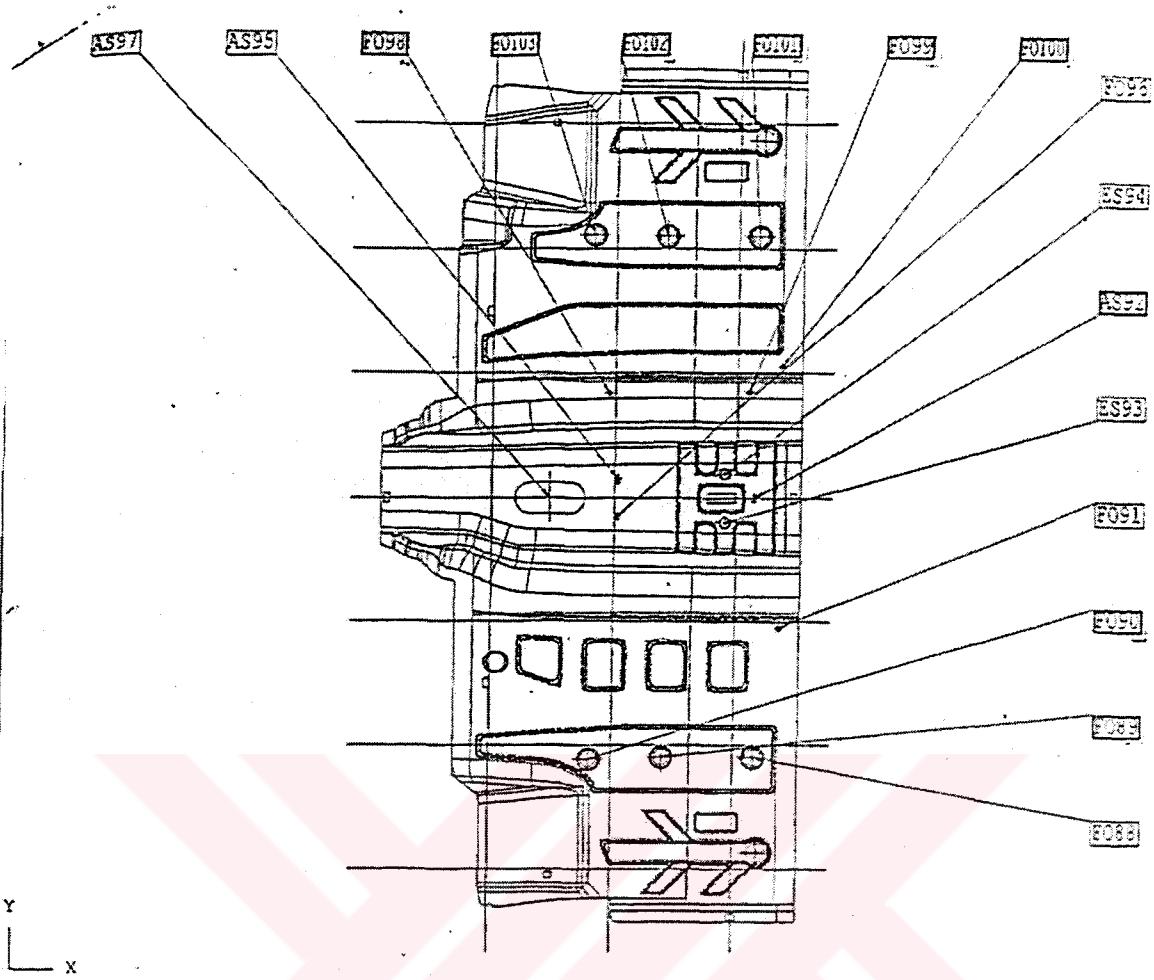
TARİH : _____



KESME KONTROLU

Entry	XM	YM	DX	YM	YN	DX	ZM	ZN	DE	DEV	DIR	TOL-	TOL+
PC76	416.94	417.47	-.53	-661.93	-661.97	.06	135.26	134.92	-.35	.64	X-	-.50	.50
PC77	431.45	431.67	-.22	-660.94	-660.94	.00	137.19	137.19	-.30	-.37	Z-	-.50	.50
PC78	458.60	458.77	-.17	-657.87	-657.87	.00	117.55	118.09	-.54	-.29	Z-	-.50	.50
PC79	502.91	503.05	-.14	-652.86	-652.86	.00	86.22	86.41	-.19	-.24	Z-	-.50	.50
PC80	541.19	541.54	-.34	-648.51	-648.51	.00	58.40	58.88	-.48	-.59	Z-	-.50	.50
PC81	558.15	558.79	-.64	-648.10	-648.10	.00	46.33	47.30	-.97	-1.16	Z-	-.50	.50
PC82	565.31	565.22	.10	-648.10	-648.10	.00	36.82	36.54	-.28	.10	X+	-.50	.50
PC83	568.71	568.76	-.05	-648.10	-648.10	.00	24.22	24.31	-.09	-.10	Z-	-.50	.50
PC84	583.57	582.93	.64	-648.10	-648.10	.00	32.97	33.40	-.43	-.27	X+	-.50	.50
PC85	590.41	590.38	.03	-648.10	-648.10	.00	38.17	38.05	.12	.12	Z+	-.50	.50
PC86	594.48	594.85	-.36	-648.10	-648.10	.00	31.41	31.42	-.02	-.37	X-	-.50	.50
PC87	598.36	598.36	.00	-645.99	-645.70	.20	10.61	10.61	.00	.00	Y+	-.50	.50

TOPAS P.U.B. Kalip Iml.Bak.Atl. DEA DELTA		ADI :	SAYFA : 4/6
TIP :		MUSTERI :	SIRA NO :
DEG.TAR :		RESIM NO :	OLCEN : M.KARAGOZ
		OFFSET : 0	TOL. : +0.5



DELİK KONTROLÜ

Entity	XM	YN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
FO98	832.24	832.14	.10	-419.57	-419.64	-.27	5.37	5.08	.29	.41	Z+	-.50	.50
FO99	682.36	682.14	.22	-419.36	-419.83	-.47	5.89	5.08	.81	.96	Z+	-.50	.50
FO90	564.06	563.87	.19	-421.94	-422.65	-.71	16.41	15.55	.86	1.13	Z+	-.50	.50
FO91	870.21	870.00	.21	-209.91	-209.99	-.08	3.89	4.08	-.19	-.29	X+	-.50	.50
AS92	827.97	828.00	-.03	.00	.00	.00	147.24	146.69	.55	.55	Z+	-.50	.50
ES93	781.91	781.93	-.12	-39.08	-39.00	.08	149.22	148.91	.31	.34	Z+	-.50	.50
ES94	781.82	781.93	-.11	39.00	39.00	.00	149.24	148.91	.33	.35	Z+	-.50	.50
AS95	604.65	604.79	-.14	29.86	30.00	-.14	165.31	165.31	.00	-.20	Y-	-.50	.50
FO96	604.72	604.79	-.07	-30.03	-30.00	.03	165.24	165.31	-.07	-.10	Z-	-.50	.50
AS97	495.36	495.01	.35	-.24	.00	-.24	173.12	172.98	.14	.45	X+	-.50	.50
FO99	589.47	589.48	-.01	166.67	167.12	-.45	18.11	16.96	1.15	1.23	Z-	-.50	.50
FO94	818.49	817.99	.50	168.35	168.40	-.05	13.14	12.08	1.06	1.17	Z+	-.50	.50
FO100	870.34	870.00	.34	210.15	210.00	.15	5.55	4.08	1.47	1.52	Z-	-.50	.50
FO101	832.47	832.14	.33	419.96	419.84	.12	5.56	5.08	.48	.59	Z+	-.50	.50
FO102	682.24	682.14	.10	419.70	419.83	-.13	5.85	5.08	.77	.79	Z+	-.50	.50
FO103	563.94	563.87	.07	422.37	422.64	-.27	16.11	15.55	.56	.63	Z+	-.50	.50

TOFAS P.U.B.
Kalip İml.Bak.Atl.
DEA DELTA

ADI :

SAYFA : 5/6

MUSTERI :

SIRA NO :

TIP :

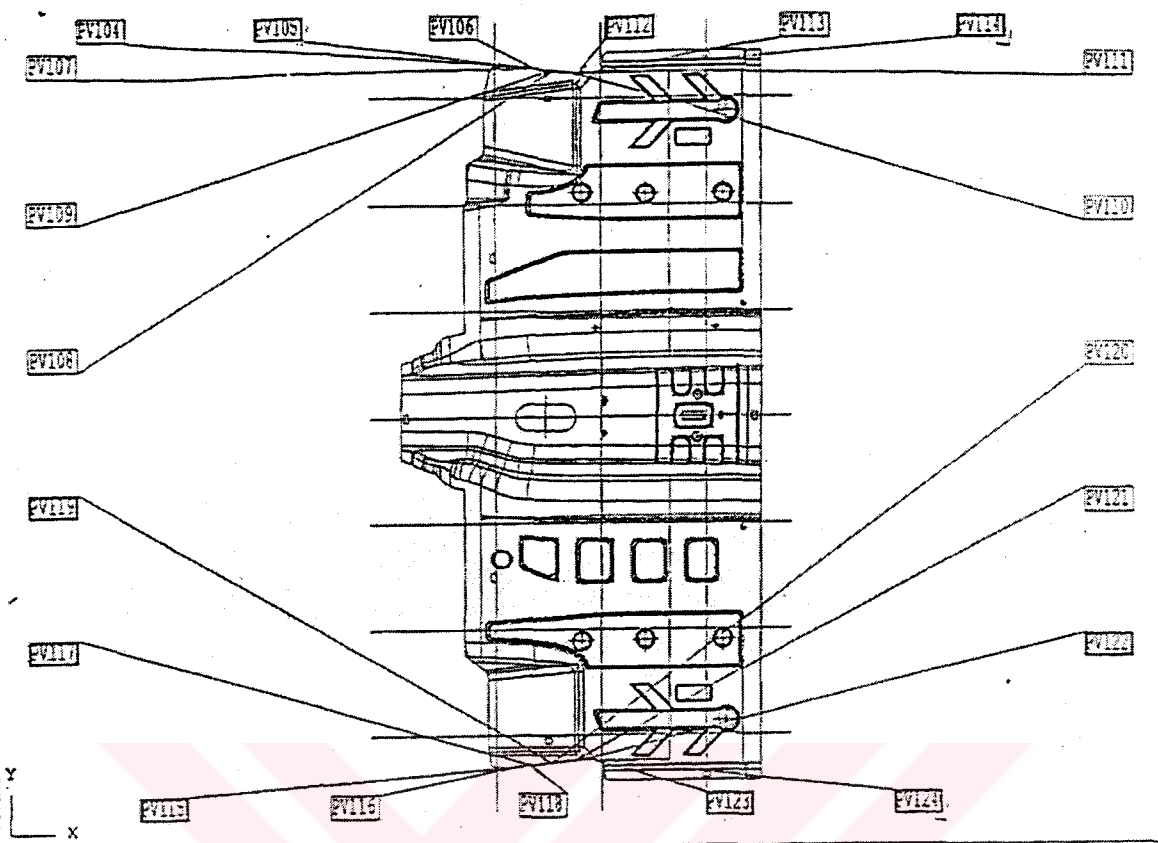
RESİM NO :

OLCEN : M.KARAGOZ

DEĞ.TAR :

OFFSET : 0

TOL. : +0.5



BUKUM KONTROLU

Entity	XM	YN	DZ	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
FV104	425.07	425.06	.01	660.91	660.83	.08	126.18	126.18	.00	-.08	Y+	-.50	.50
FV105	425.08	425.13	-.05	660.80	661.45	-.65	127.77	127.74	.03	-.65	Y-	-.50	.50
FV106	471.55	471.57	-.02	655.91	656.14	-.23	103.51	103.50	.01	-.23	Y-	-.50	.50
FV107	471.56	471.53	.03	655.85	655.46	.39	90.83	90.85	-.02	-.39	Y+	-.50	.50
FV108	510.85	510.82	.03	651.60	651.24	.36	66.87	66.89	-.02	-.36	Y+	-.50	.50
FV109	510.85	510.87	-.01	651.80	651.96	-.16	80.57	80.56	.01	-.17	Y-	-.50	.50
V110	544.36	544.36	.00	648.57	648.10	.47	53.51	53.51	.00	-.47	Y+	-.50	.50
FV111	548.81	548.81	.00	648.57	648.10	.47	34.72	34.72	.00	-.47	Y+	-.50	.50
FV112	559.56	559.56	.00	648.64	648.10	.54	37.90	37.90	.00	-.54	Y+	-.50	.50
FV113	587.61	587.61	.00	649.58	648.10	.48	17.20	17.20	.00	-.48	Y+	-.50	.50
FV114	587.62	587.62	.00	649.12	648.10	1.02	29.58	29.58	.00	-1.02	Y+	-.50	.50
FV115	426.67	426.62	.04	-661.09	-660.52	.56	122.53	122.56	-.03	-.56	Y+	-.50	.50
FV116	426.66	426.67	.00	-661.15	-661.20	-.05	135.33	135.33	.00	.05	Y-	-.50	.50
FV117	466.67	466.62	.04	-656.59	-656.99	.40	93.92	93.95	-.03	-.40	Y+	-.50	.50
FV118	466.66	466.65	.01	-657.08	-656.90	.19	110.82	110.83	-.01	-.19	Y+	-.50	.50
FV119	505.36	505.31	.04	-652.24	-651.64	.60	66.68	66.71	-.03	-.60	Y+	-.50	.50
FV120	505.34	505.33	.02	-652.69	-652.49	.20	82.54	82.56	-.01	-.20	Y+	-.50	.50
FV121	549.68	549.68	.00	-648.52	-648.10	.42	35.60	35.60	.00	-.42	Y+	-.50	.50
FV122	561.59	561.59	.00	-648.75	-648.10	.65	40.31	40.31	.00	-.65	Y+	-.50	.50
FV123	585.88	585.88	.00	-648.66	-648.10	.56	20.11	20.11	.00	-.56	Y+	-.50	.50
FV124	589.38	589.38	.00	-648.66	-648.10	.76	31.72	31.72	.00	-.76	Y+	-.50	.50

TOFAS P.U.B.
Kalip Iml.Bak.Atl.
DEA DELTA

ADI : PEDANA SAC KONTROLU

SAYER : 6/3

MUSTERI :

SIRA NO :

TIP :

RESIM NO :

OLCEN : M.KARAGOZ

DEG.TAR :

OFFSET : 0

TOL. : +-0.5

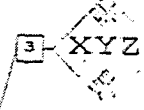
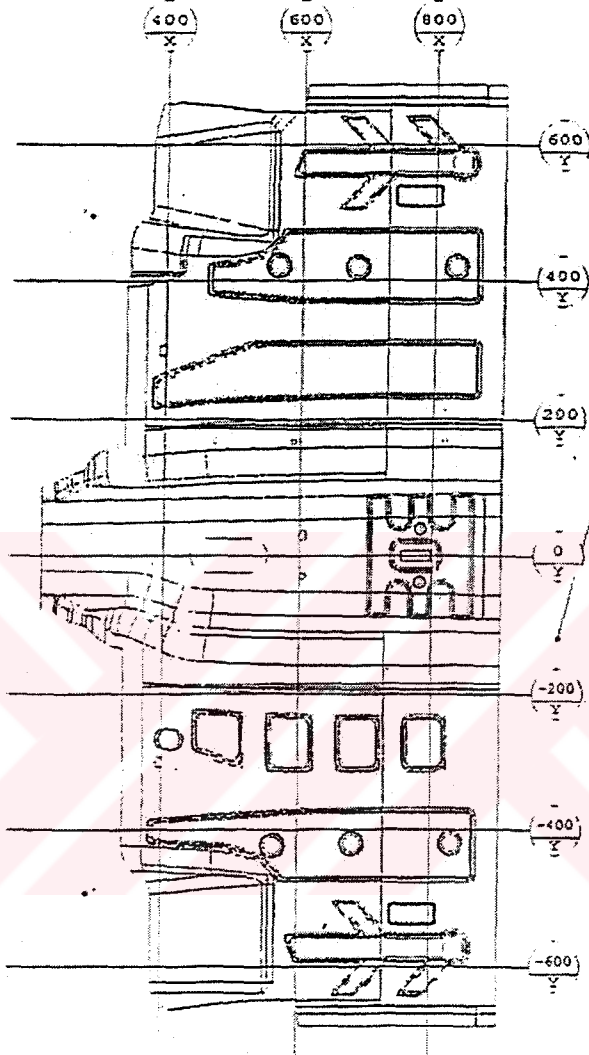
DATE :



EK 3

TOFAŞ Karoseri Sürec Denetleme		ÖLÇÜSEL KONTROL RAPORU			KONTROL TARİHİ 20.10.1999																																		
PARÇA <input type="checkbox"/>		KOMPLE PARÇA <input type="checkbox"/>		KALİBRO <input checked="" type="checkbox"/>		APARAT <input type="checkbox"/>																																	
PARÇA ADI :																																							
SIRA NO :					SAĞ <input type="checkbox"/>																																		
RESİM NO :					SOL <input type="checkbox"/>																																		
TIP :																																							
SON DEĞ. TARİHİ :																																							
MALZEME :					SAC KALINLIĞI :																																		
KONTROL CİHAZI NO : 306000.069																																							
KALİBRO CİHAZ NO : 01102/223/1																																							
YAPILAN KONTROL ADEDİ: <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> 11 <input type="checkbox"/> 12																																							
NOT:					<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>VAR</th> <th>YOK</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>İNCELTME</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>EZME</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>YIRTIK</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>SIVILCE</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ONDÜLASYON</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>SİS</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>GÖÇÜK</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>CAPAK</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>PRATİK PROVASI</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>MALZEME KALINLIĞI</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			VAR	YOK	İNCELTME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	EZME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	YIRTIK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SIVILCE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ONDÜLASYON	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SİS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	GÖÇÜK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CAPAK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PRATİK PROVASI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MALZEME KALINLIĞI		
	VAR	YOK																																					
İNCELTME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
EZME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
YIRTIK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
SIVILCE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
ONDÜLASYON	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
SİS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
GÖÇÜK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
CAPAK	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
PRATİK PROVASI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																					
MALZEME KALINLIĞI																																							
NON BENESTARE <input type="checkbox"/>		BENESTARE CONDIZIONATO <input type="checkbox"/>		BENESTARE <input checked="" type="checkbox"/>																																			
RAPOR NO	KONTROL EDEN Mehmet SAHWAZ	KALİTE LİDERİ [Signature]	KISIM SORUMLUSU	SERVIS ŞEFİ [Signature]																																			

TOFAŞ Karoseri Süreç Denetim		SIRA NO: 1	RESİM NO:	TIP:					
DELİK ÇAPLARININ KONTROLÜ									
NO	± TOL.	TEORİK DEĞER	GELEN DEĞER	SONUÇ	NO	± TOL.	TEORİK DEĞER	GELEN DEĞER	SONUÇ
1		φ32,5	φ32,4	✓	17				
2		φ25	φ24,9	✓	18				
3		φ8	φ7,9	✓	19				
4		φ8	φ7,9	✓	20				
5		φ7	φ7	✓	21				
6		φ7	φ7	✓	22				
7		φ25	φ24,9	✓	23				
8		φ25	φ24,95	✓	24				
9		φ32,5	φ32,45	✓	25				
10		φ25	φ24,93	✓	26				
11		φ10	φ9,93	✓	27				
12		φ115x50	φ114,9x50,1	✓	28				
13		φ10x14	φ9,95x13,9	✓	29				
14		φ25	φ24,9	✓	30				
15		φ25	φ24,9	✓	31				
16					32				
RAPOR NO		SAYFA	TARİH	KONTROL EDEN		ONAY			
11/17				Melmet SAĞNAR					

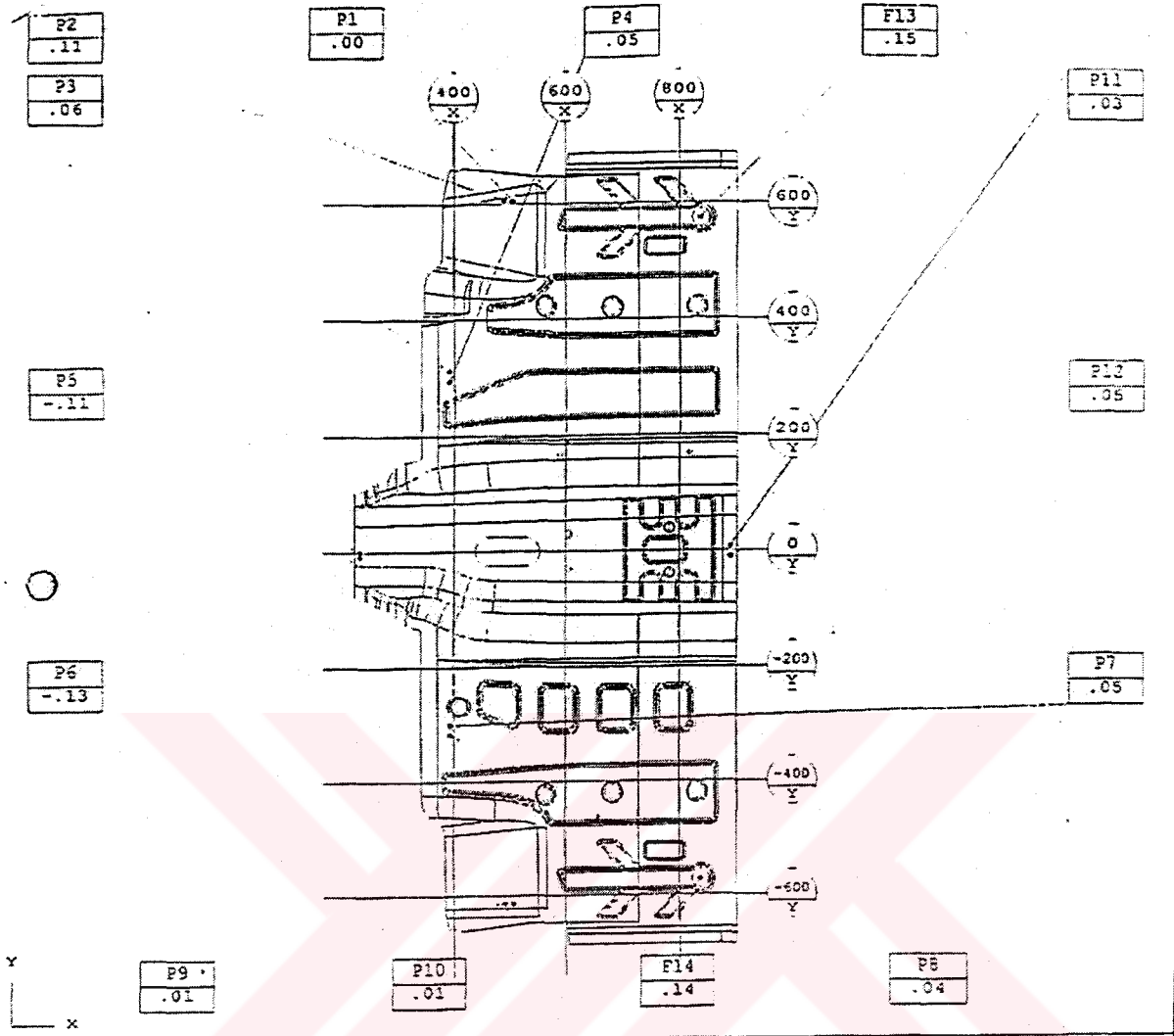


2- XYZ



N.	1)	289.25	494.42	-12.09
N.	2)	289.62	-494.09	-12.32
N.	3)	989.81	-119.76	-12.52

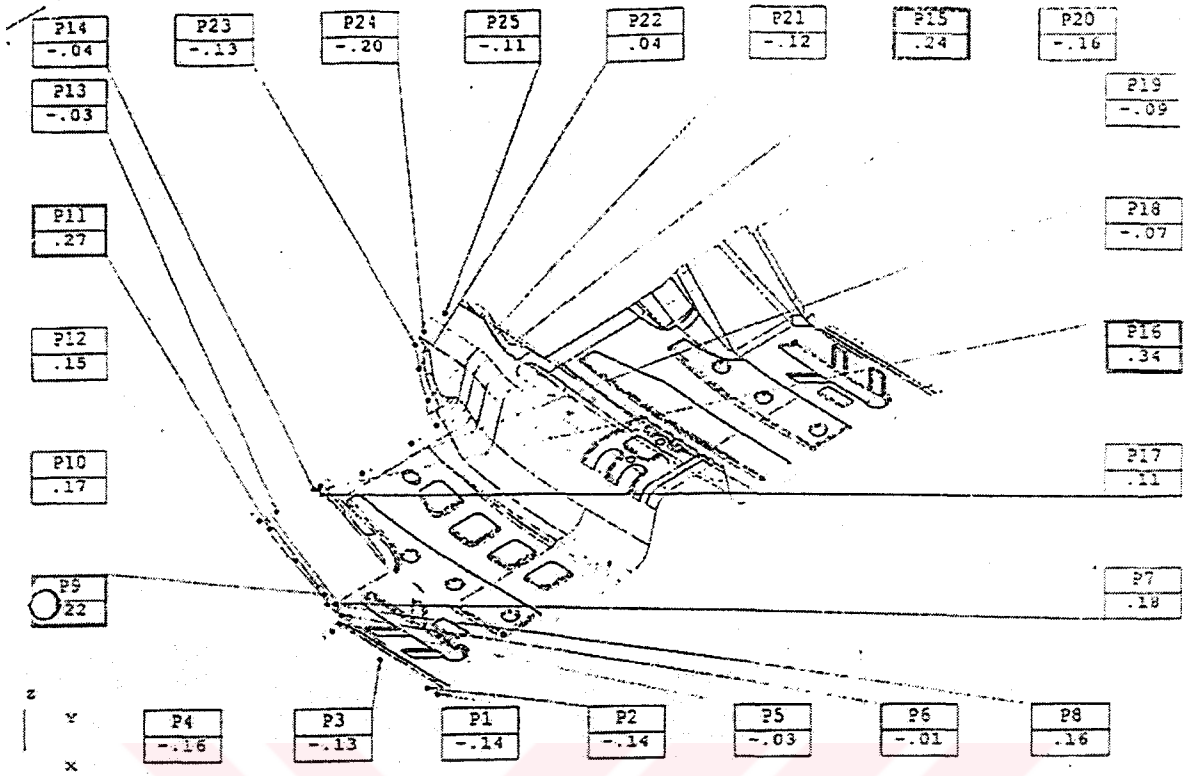
TOFAS		ADI: 1	SAYFA: 2/17
Karoseri Surec Denetleme		MUSTERI: P.U.M.	TIP:
SIRA NO:	RESİM NO:	DEĞİŞİKLİK TARİHİ:	OFSET:
RAPOR NO:	KONTROL EDEN: Mehmet CEMAL		



REFERANS NOKTALARININ KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P1	505.04	505.04	.00	603.37	603.37	.00	44.47	44.48	.00	.00	Z+	-.20	.20
P2	490.40	490.35	.05	605.60	605.60	.00	53.30	53.21	.09	.11	Z+	-.20	.20
P3	391.72	391.71	.01	312.22	312.22	.00	47.63	47.57	.05	.05	Z+	-.20	.20
P4	391.81	391.80	.01	294.19	294.10	.00	47.50	47.55	.05	.05	Z+	-.20	.20
P5	230.74	230.74	-.01	-.03	-.03	.00	190.51	190.62	-.11	-.11	Z-	-.20	.20
P6	230.78	230.79	-.01	-8.38	-8.38	.00	190.48	190.61	-.13	-.13	Z-	-.20	.20
P7	394.10	394.09	.01	-298.93	-298.93	.00	46.99	46.94	.05	.05	Z+	-.20	.20
P8	394.19	394.18	.01	-316.27	-316.27	.00	46.96	46.91	.04	.04	Z+	-.20	.20
P9	492.07	492.06	.00	-614.41	-614.41	.00	57.66	57.65	.00	.01	Z+	-.20	.20
P10	507.01	507.01	.00	-614.33	-614.33	.00	47.78	47.78	.00	.01	Z+	-.20	.20
P11	892.49	892.49	.00	6.78	6.78	.00	145.30	145.28	.03	.03	Z+	-.20	.20
P12	892.57	892.57	.00	-10.84	-10.84	.00	145.32	145.28	.05	.05	Z+	-.20	.20
F13	837.95	837.99	-.04	572.91	573.00	-.09	-1.61	-1.72	.11	.15	Z+	-.20	.20
F14	837.92	838.00	-.08	-572.90	-573.00	.10	-1.67	-1.72	.05	.14	Y-	-.20	.20

TOFAS	ADI: 1	SAYFA: 5/17
Kazoseri Surec Denetleme	MUSTERI: P.U.M.	TIP: 1
SIRA NO: ...	RESİM NO: ..	DEĞİŞİKLİK TARİHİ: ...
RAPOR NO: ...	KONTROL EDEN: ...	OFSET: -1.3



YUZEY KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P1	899.23	899.23	.00	-680.86	-680.90	.04	-5.08	-4.95	-.13	-.14	Z-	-.20	.20
P2	871.20	871.20	.00	-681.00	-681.04	.04	-4.19	-4.05	-.13	-.14	Z-	-.20	.20
P3	740.71	740.71	.00	-681.68	-681.71	.03	-4.36	-4.24	-.13	-.13	Z-	-.20	.20
P4	610.71	610.71	.00	-681.53	-681.57	.04	-4.35	-4.20	-.15	-.16	Z-	-.20	.20
P5	606.62	606.62	.00	-656.87	-656.88	.01	-.23	-.19	-.03	-.03	Z-	-.20	.20
P6	594.97	594.97	.00	-640.74	-640.74	.00	5.10	5.12	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
P7	589.82	589.82	.00	-653.72	-653.90	.18	36.45	36.45	.00	.18	Y+	-.20	.20
P8	569.21	569.21	.00	-653.74	-653.90	.16	23.86	23.86	.06	.16	Y+	-.20	.20
P9	562.07	562.07	.00	-653.68	-653.90	.22	44.44	44.44	.00	.22	Y+	-.20	.20
P10	492.16	492.17	-.01	-659.54	-659.81	.17	92.20	92.19	.01	.17	Y+	-.20	.20
P11	429.29	429.31	-.02	-666.70	-666.97	.27	138.00	137.99	.01	.27	Y+	-.20	.20
P12	389.96	389.98	.02	-655.05	-655.11	.06	130.94	130.83	.12	.15	Z+	-.20	.20
P13	384.98	384.90	-.01	-603.99	-603.99	.00	122.51	122.53	-.02	-.03	Z-	-.20	.20
P14	384.37	384.39	-.02	-504.71	-504.71	.00	122.83	122.87	-.03	-.04	Z-	-.20	.20
P15	382.25	382.17	.08	-484.58	-484.74	.17	119.54	119.39	.15	.24	Y+	-.20	.20
P16	365.64	365.59	.05	-471.84	-472.16	.31	96.63	96.51	.12	.34	Y+	-.20	.20
P17	345.25	345.22	.03	-444.05	-444.10	.05	61.25	61.17	.09	.11	Z+	-.20	.20
P18	344.70	344.72	-.02	-337.82	-337.82	.00	55.59	55.66	-.07	-.07	Z-	-.20	.20
P19	344.00	344.03	-.02	-203.41	-203.41	.00	55.77	55.85	-.09	-.09	Z-	-.20	.20
P20	339.66	339.70	-.05	-128.88	-128.88	.00	56.93	57.09	-.16	-.16	Z-	-.20	.20
P21	286.91	286.97	-.06	-99.05	-99.05	.00	74.63	74.73	-.10	-.12	Z-	-.20	.20
P22	249.51	249.48	.03	-86.08	-86.08	.00	121.39	121.36	.03	.04	X+	-.20	.20
P23	223.63	223.69	-.06	-69.80	-69.81	.01	154.90	155.01	-.11	-.13	Z-	-.20	.20
P24	223.97	223.97	.00	-45.98	-46.14	.17	173.39	173.51	-.11	-.20	Y+	-.20	.20
P25	223.62	223.63	-.01	11.35	11.35	.00	186.04	186.15	-.11	-.11	Z-	-.20	.20

TOFAS

Karoseri Surec Danetleme

ADI:

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SAYFA: 4/17

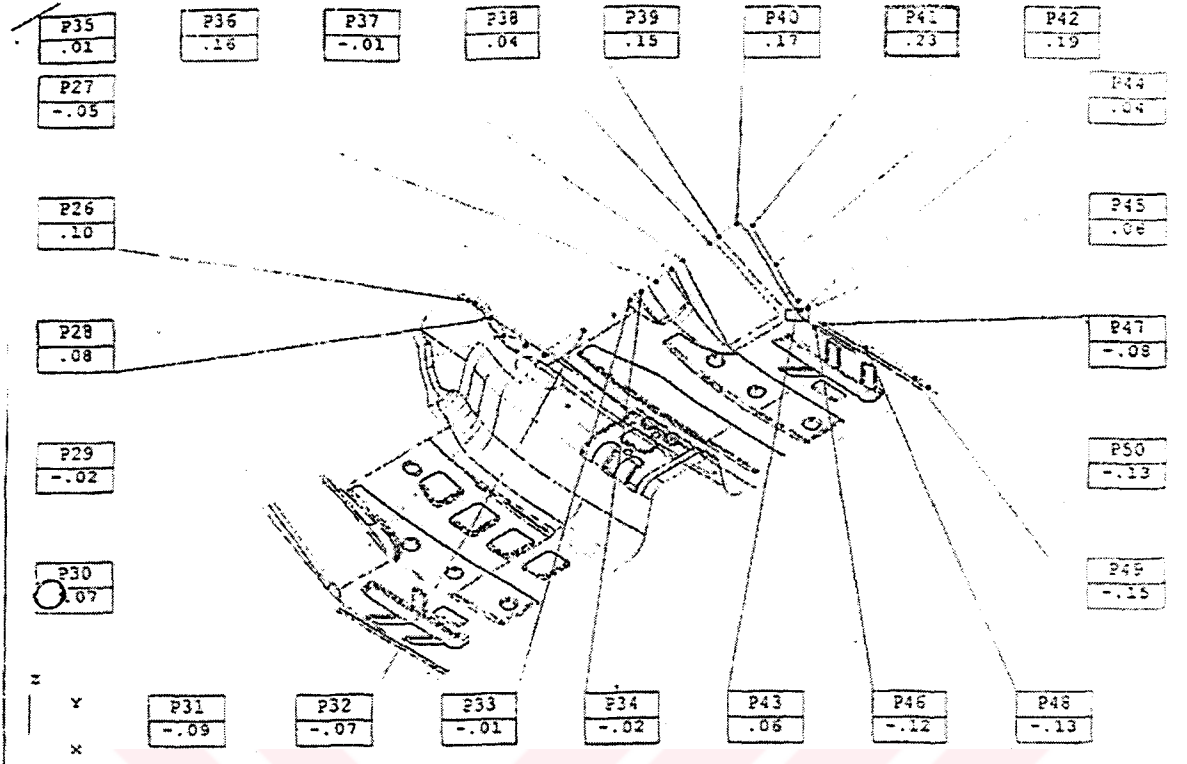
SIRA NO:

RESİM NO:

DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8

RAPOR NO:



YUZEY KONTROLU

Entity	XN	YN	DN	DX	YM	YN	DN	DM	ZN	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P26	223.36	223.36	.00		72.06	71.97	.09		170.27	170.23	.05	.10	Y+	-.20	.20
P27	222.79	222.82	-.02		91.81	91.81	.00		153.49	153.53	-.04	-.05	Z-	-.20	.20
P28	248.23	248.16	.07		110.61	110.60	.00		120.79	120.75	.03	.08	X+	-.20	.20
P29	272.79	272.80	-.01		119.99	119.99	.00		87.61	87.63	-.01	-.02	X-	-.20	.20
P30	306.86	306.88	-.02		149.96	149.96	.00		66.49	66.56	-.07	-.07	Z-	-.20	.20
P31	344.93	344.85	-.08		164.83	164.83	.00		55.53	55.62	-.09	-.09	Z-	-.20	.20
P32	344.26	344.28	-.02		274.97	274.97	.00		55.71	55.78	-.07	-.07	Z-	-.20	.20
P33	344.13	344.13	.00		404.19	404.19	.00		59.29	59.29	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
P34	347.31	347.31	-.01		433.52	433.52	.00		65.36	65.38	-.02	-.02	Z-	-.20	.20
P35	350.08	350.08	.00		471.48	471.48	-.01		70.56	70.55	.01	.01	Z+	-.20	.20
P36	367.95	367.95	.00		493.94	494.09	-.15		97.58	97.53	.06	.16	Y-	-.20	.20
P37	379.99	380.00	-.01		513.96	513.96	.00		113.00	113.01	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
P38	380.02	380.00	.02		589.89	589.89	.00		113.05	113.02	.03	.04	Z+	-.20	.20
P39	381.07	380.99	.08		614.35	614.35	-.06		117.13	117.01	.12	.15	Z+	-.20	.20
P40	389.27	389.19	.08		654.39	654.45	-.06		131.09	130.96	.13	.17	Z+	-.20	.20
P41	423.36	423.37	-.02		667.24	667.47	-.23		139.09	139.08	.01	.23	Y-	-.20	.20
P42	493.78	493.80	-.01		659.26	659.45	-.19		87.65	87.64	.01	.19	Y-	-.20	.20
P43	561.84	561.84	.00		653.84	653.90	-.06		40.50	40.50	.00	.06	Y-	-.20	.20
P44	569.79	569.79	.00		653.86	653.90	-.04		22.72	22.72	.00	.04	Y-	-.20	.20
P45	588.75	588.75	.00		653.84	653.90	-.06		36.73	36.73	.00	.06	Y-	-.20	.20
P46	607.28	607.28	.00		653.32	653.37	-.05		.89	1.01	-.11	-.12	Z-	-.20	.20
P47	608.16	608.16	.00		679.63	679.65	-.02		-3.76	-3.68	-.08	-.08	Z-	-.20	.20
P48	719.31	719.31	.00		681.35	681.88	-.03		-4.41	-4.28	-.13	-.13	Z-	-.20	.20
P49	859.48	859.48	.00		682.57	682.61	-.04		-4.62	-4.48	-.14	-.15	Z-	-.20	.20
P50	899.03	899.03	.00		680.83	680.86	-.03		-5.06	-4.94	-.12	-.13	Z-	-.20	.20

TOFAS

ADI:

SAYFA: 5/17

Karoseri Surec Denetleme

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

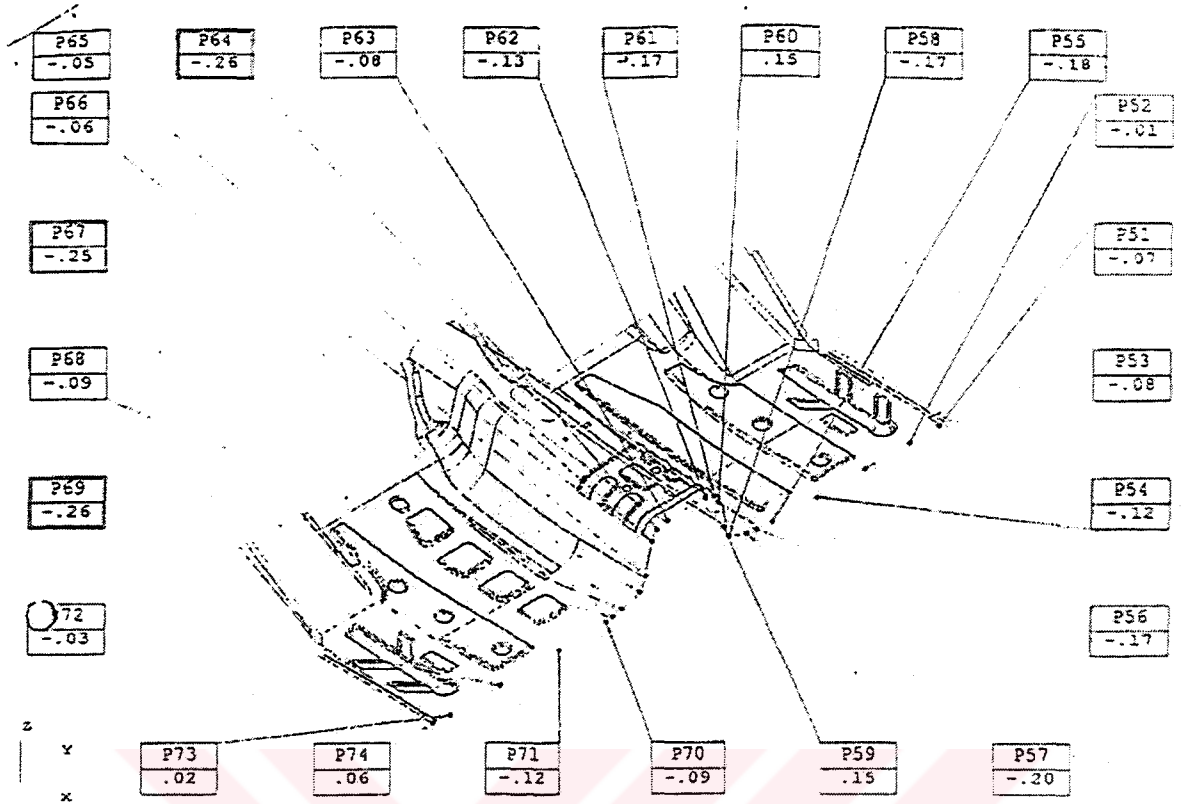
DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8

RAPOR NO:

KONTROL EDEN: Mehmet SASMAZ

ONAY: DWIO



YUZAY KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P51	900.57	900.57	.00	657.91	657.88	-.02	-1.28	-1.21	-.06	-.07	Z-	-.20	.20
P52	899.52	899.52	.00	582.59	582.59	.00	-1.73	-1.72	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
P53	900.11	900.11	.00	468.92	468.92	.00	-1.81	-1.72	-.08	-.08	Z-	-.20	.20
P54	900.76	900.76	.00	344.17	344.17	.00	-1.85	-1.72	-.12	-.12	Z-	-.20	.20
P55	901.34	901.34	.00	232.45	232.46	.00	-1.90	-1.72	-.18	-.18	Z-	-.20	.20
P56	901.55	901.55	.00	192.49	191.60	-.11	1.82	1.95	-.13	-.17	Z-	-.20	.20
P57	901.68	901.68	.00	166.17	166.17	.00	6.08	6.28	-.20	-.20	Z-	-.20	.20
P59	901.91	901.91	.00	119.31	119.43	-.12	23.01	23.13	-.12	-.17	Y+	-.20	.20
P60	901.98	901.98	.00	104.72	104.58	-.14	51.07	51.03	.04	.15	Y+	-.20	.20
P61	902.06	902.06	.00	88.07	87.92	-.14	113.23	113.19	.04	.15	Y+	-.20	.20
P62	900.91	900.91	.00	77.06	77.17	-.11	133.23	133.36	-.13	-.17	Z-	-.20	.20
P63	901.03	901.03	.00	54.09	54.09	.00	140.20	140.33	-.13	-.13	Z-	-.20	.20
P64	900.42	900.42	.00	-46.09	-46.09	.00	140.25	140.33	-.08	-.08	Z-	-.20	.20
P65	900.57	900.57	.00	-74.51	-74.65	-.15	135.06	135.38	-.32	-.25	Z-	-.20	.20
P66	900.95	900.95	.00	-87.35	-87.40	-.05	115.14	115.16	-.01	-.05	Y+	-.20	.20
P67	901.05	901.05	.00	-105.00	-105.06	-.06	49.22	49.24	-.02	-.06	Y+	-.20	.20
P68	900.38	900.38	.00	-121.36	-121.53	-.17	20.90	21.08	-.18	-.25	Z-	-.20	.20
P69	900.62	900.62	.00	-167.27	-167.27	.00	6.19	6.28	-.09	-.09	Z-	-.20	.20
P70	900.75	900.75	.00	-191.85	-192.03	-.16	1.42	1.62	-.20	-.26	Z-	-.20	.20
P71	900.84	900.84	.00	-209.05	-209.05	.00	-1.82	-1.72	-.09	-.09	Z-	-.20	.20
P72	901.49	901.49	.00	-335.10	-335.10	.00	-1.84	-1.72	-.12	-.12	Z-	-.20	.20
P73	901.80	901.80	.00	-493.05	-493.05	.00	-1.76	-1.72	-.03	-.03	Z-	-.20	.20
P74	898.85	898.85	.00	-622.46	-622.46	.00	-1.70	-1.72	.02	.02	Z+	-.20	.20
P74	898.85	898.85	.00	-661.34	-661.34	.00	-1.09	-1.15	.06	.06	Z+	-.20	.20

TOFAS

Karoseri Surec Denetleme

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 6/17

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

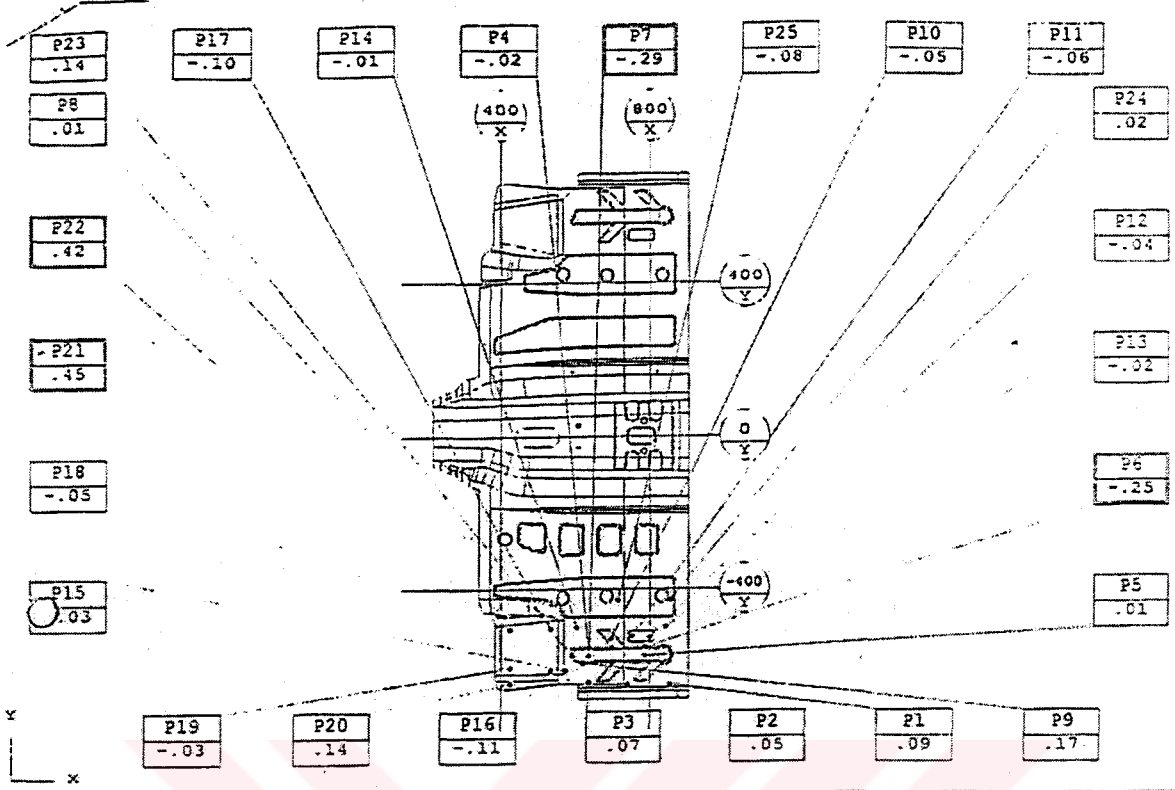
DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8

RAPOR NO:

KONTROL EDEN: Mehmet SASMAZ

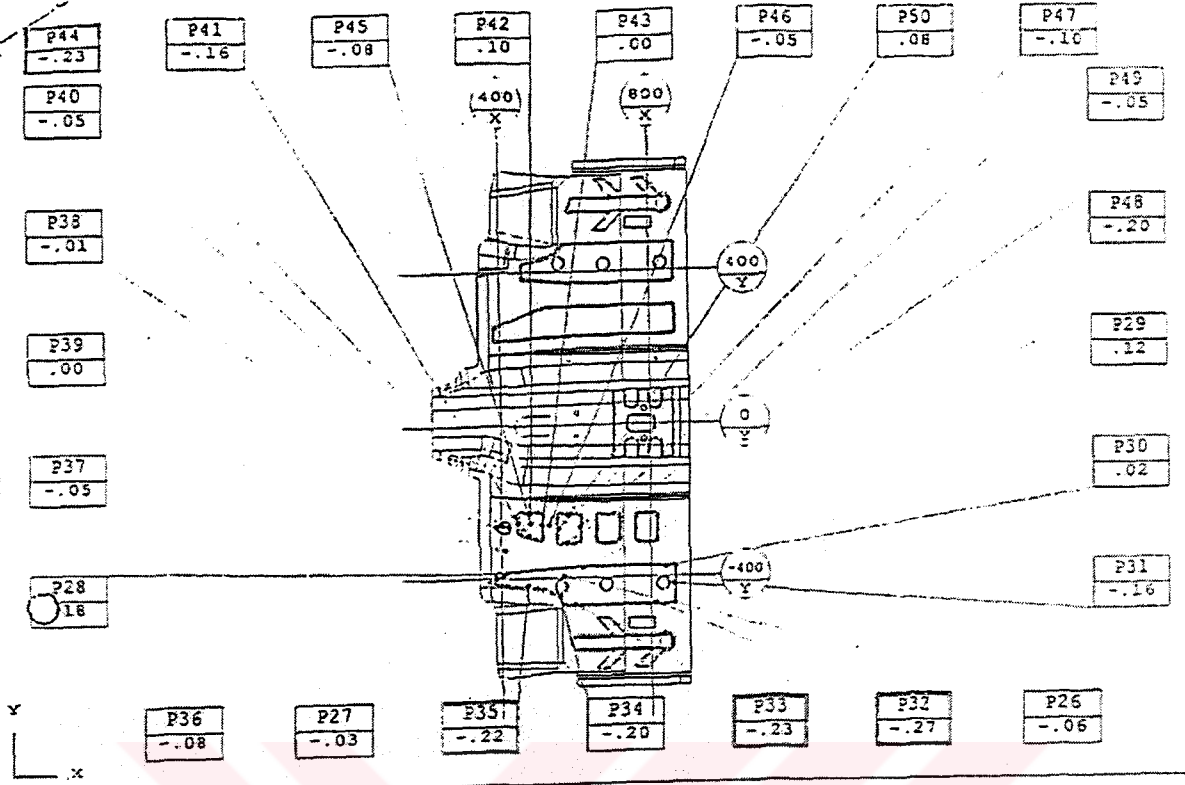
ONAY: [Signature] TARİH:



YUZEY KONTROLU

Entity	XM	YM	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P1	853.74	853.74	.00	-649.46	-649.46	.00	-1.53	-1.72	.09	.09	Z+	-.20	.20
P2	738.90	738.90	.00	-648.66	-648.66	.00	-1.67	-1.72	.05	.35	Z+	-.20	.20
P3	634.23	634.22	.01	-643.27	-643.27	.00	1.75	1.68	.07	.07	Z+	-.20	.20
P4	633.88	633.88	.00	-575.49	-575.49	.00	-3.33	-3.31	-.02	-.02	Z+	-.20	.20
P5	785.35	785.39	.00	-574.71	-574.71	.00	-6.71	-6.72	.01	.01	Z+	-.20	.20
P6	787.86	787.86	.00	-551.55	-551.73	.17	-3.33	-2.85	-.17	-.25	Z-	-.20	.20
P7	635.45	635.47	-.02	-552.81	-553.00	.19	-.99	-.77	-.22	-.29	Z-	-.20	.20
P8	589.46	589.45	.01	-573.85	-573.85	.00	3.97	3.97	.01	.01	X+	-.20	.20
P9	619.64	619.63	.01	-594.47	-594.59	.12	2.12	2.00	.12	.17	Y+	-.20	.20
P10	695.07	695.07	.00	-529.94	-529.94	.00	-4.35	-4.30	-.05	-.05	Z-	-.20	.20
P11	751.23	751.23	.00	-522.96	-522.96	.00	.21	.28	-.06	-.06	Z-	-.20	.20
P12	798.99	798.99	.00	-525.38	-525.38	.00	.24	.28	-.04	-.04	Z-	-.20	.20
P13	842.28	842.28	.00	-499.20	-499.20	.00	-1.74	-1.72	-.02	-.02	Z-	-.20	.20
P14	602.17	602.17	.00	-500.45	-500.45	.00	4.38	4.40	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
P15	571.67	571.67	.00	-612.29	-612.29	.00	7.70	7.73	-.03	-.03	Z-	-.20	.20
P16	531.20	531.26	-.06	-612.50	-612.50	.00	25.73	25.82	-.09	-.11	Z-	-.20	.20
P17	531.17	531.22	-.05	-504.15	-504.15	.00	25.76	25.84	-.08	-.10	Z-	-.20	.20
P18	424.85	424.87	-.03	-504.72	-504.72	.00	96.08	96.11	-.04	-.05	Z-	-.20	.20
P19	425.37	425.39	-.02	-604.69	-604.69	.00	95.75	95.78	-.03	-.03	Z-	-.20	.20
P20	425.62	425.55	.07	-646.72	-646.78	.05	103.34	103.23	.11	.14	Z+	-.20	.20
P21	393.80	393.73	.07	-467.73	-468.15	.42	74.01	73.85	.16	.45	Y+	-.20	.20
P22	408.81	408.75	.06	-470.20	-470.59	.39	74.01	73.86	.15	.42	Y+	-.20	.20
P23	507.25	507.20	.04	-466.87	-466.97	.09	29.12	29.02	.10	.14	Z+	-.20	.20
P24	854.49	854.49	.00	-429.70	-429.70	.00	3.30	3.28	.02	.02	Z+	-.20	.20
P25	713.59	713.59	.00	-430.44	-430.44	.00	3.29	3.16	-.08	-.08	Z-	-.20	.20

TOFAS	ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU	SAYFA: 7/2
Karoseri Surec Denetleme	MUSTERI: P.U.M.	TIP:
SIRA NO:	RESİM NO:	DEĞİŞİKLİK TARİHİ:
RAPOR NO:	KONTROL EDEN: Mehmet SASMAZ	ONAY: <i>[Signature]</i> TARİH:
		OFSET: -5.8



YUZEY KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DS	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P26	570.86	570.86	-0.01	-396.02	-396.02	.03	12.80	12.86	-0.06	-0.06	Z-	-0.20	.20
P27	404.93	404.94	-0.01	-397.62	-397.62	.03	44.12	44.15	-0.03	-0.03	Z-	-0.20	.20
P28	413.38	413.36	.02	-387.52	-387.64	.12	40.18	40.06	.12	.18	Z+	-0.20	.20
P29	621.94	621.94	.01	-374.29	-374.37	-0.08	5.72	5.63	.09	.12	Z+	-0.20	.20
P30	839.21	839.21	.00	-374.71	-374.72	.02	1.75	1.73	.02	.02	Z+	-0.20	.20
P31	862.92	863.03	-0.11	-421.02	-421.02	.03	1.74	1.85	-0.11	-0.16	Z-	-0.20	.20
P32	813.86	813.86	.00	-469.49	-469.68	-0.19	1.71	1.90	-0.19	-0.27	Z-	-0.20	.20
P33	600.09	600.11	-0.02	-470.40	-470.55	.15	7.21	7.38	-0.17	-0.23	Z-	-0.20	.20
P34	562.73	562.65	.08	-449.79	-449.89	-0.10	11.97	12.13	-0.16	-0.20	Z-	-0.20	.20
P35	472.27	472.29	-0.02	-418.90	-419.08	.18	27.84	28.00	-0.16	-0.22	Z-	-0.20	.20
P36	387.56	387.52	.04	-400.73	-400.73	.00	47.54	47.61	-0.07	-0.08	Z-	-0.20	.20
P37	409.67	409.68	-0.01	-327.21	-327.21	.00	37.74	37.79	-0.05	-0.05	Z-	-0.20	.20
P38	406.17	406.17	.00	-263.52	-263.52	.00	37.75	37.76	-0.01	-0.01	Z-	-0.20	.20
P39	388.32	388.32	.00	-266.59	-266.59	.00	42.55	42.55	.00	.00	Z+	-0.20	.20
P40	423.54	423.57	-0.04	-266.43	-266.42	.09	37.25	37.29	-0.04	-0.05	Z-	-0.20	.20
P41	448.57	448.49	.08	-255.15	-255.15	.00	31.40	31.54	-0.14	-0.16	Z-	-0.20	.20
P42	479.47	479.45	.02	-231.79	-231.87	.07	26.72	26.65	.07	.10	Y+	-0.20	.20
P43	512.36	512.36	.00	-261.55	-261.55	.00	19.44	19.43	.00	.00	X+	-0.20	.20
P44	477.66	477.58	.02	-289.53	-289.68	.15	25.69	25.86	-0.17	-0.23	Z-	-0.20	.20
P45	481.37	481.38	-0.01	-256.95	-256.95	.00	26.88	26.96	-0.08	-0.08	Z-	-0.20	.20
P46	531.73	531.74	-0.01	-262.15	-262.15	.00	13.13	13.18	-0.05	-0.05	Z-	-0.20	.20
P47	558.86	558.80	.06	-271.27	-271.27	.00	13.18	13.26	-0.08	-0.10	Z-	-0.20	.20
P48	582.50	582.52	-0.02	-307.01	-307.15	.14	9.71	9.85	-0.14	-0.20	Y+	-0.20	.20
P49	615.59	615.62	-0.04	-269.70	-269.70	.00	6.42	6.45	-0.03	-0.05	X-	-0.20	.20
P50	584.95	584.95	.01	-235.71	-235.77	.06	10.91	10.96	.06	.08	Y+	-0.20	.20

TOFAS

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 8/17

Karoseri Surec Denetleme

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

4

SIRA NO:

RESİM NO:

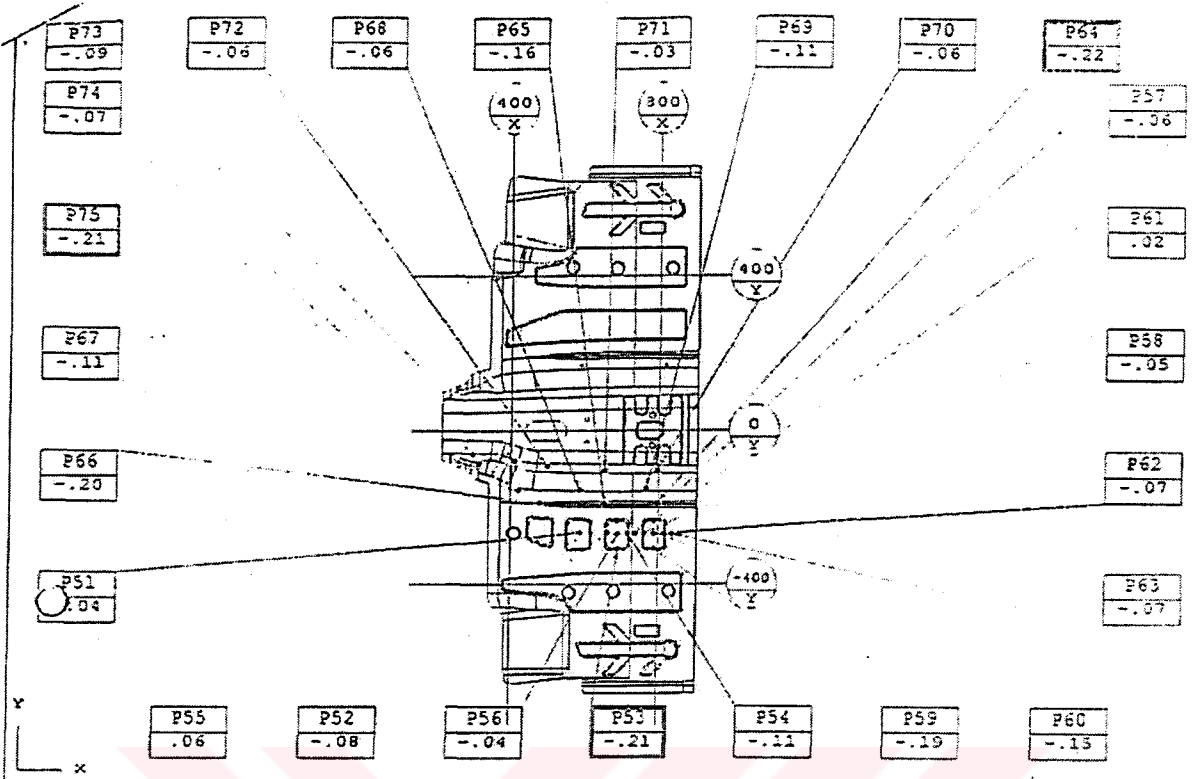
DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8

RAPOR NO:

KONTROL EDEN: Mehmet SAMSAR

ONAY: CML



YUZEY KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P51	590.24	590.24	.00	-268.17	-268.17	.00	10.60	10.64	-.04	-.04	Z-	-.20	.20
P52	662.91	662.86	.05	-267.79	-267.79	.00	3.92	3.98	-.06	-.08	Z-	-.20	.20
P53	691.24	691.24	.00	-307.50	-307.64	.14	1.54	1.70	-.15	-.21	Z-	-.20	.20
P54	716.70	716.78	-.08	-269.39	-269.39	.00	1.54	1.62	-.08	-.11	X-	-.20	.20
P55	688.47	688.47	.00	-235.81	-235.84	.04	1.07	1.03	.05	.06	Z+	-.20	.20
P56	689.78	689.78	.00	-270.26	-270.26	.00	3.81	3.85	-.04	-.04	Z-	-.20	.20
P57	736.80	736.80	.00	-270.01	-270.01	.00	-1.75	-1.72	-.06	-.06	Z-	-.20	.20
P58	763.39	763.35	.04	-269.88	-269.88	.00	1.69	1.73	-.04	-.05	Z-	-.20	.20
P59	789.71	789.71	.00	-307.77	-307.89	.12	.80	.94	-.14	-.19	Z-	-.20	.20
P60	816.93	816.93	-.10	-271.29	-271.29	.00	1.77	1.87	-.10	-.15	Z-	-.20	.20
P61	788.47	788.47	.00	-237.57	-237.58	.01	1.74	1.73	.01	.02	Z+	-.20	.20
P62	788.65	788.65	.00	-270.91	-270.91	.00	3.20	3.28	-.07	-.07	Z-	-.20	.20
P63	836.17	836.17	.00	-270.67	-270.67	.00	-1.79	-1.72	-.07	-.07	Z-	-.20	.20
P64	797.99	797.99	.00	-189.62	-189.78	.15	3.53	3.68	-.15	-.22	Z-	-.20	.20
P65	653.87	653.87	.00	-190.31	-190.42	.11	4.25	4.37	-.12	-.16	Z-	-.20	.20
P66	478.45	478.48	-.03	-188.42	-188.50	.08	23.69	23.86	-.18	-.20	Z-	-.20	.20
P67	420.48	420.50	-.02	-156.24	-156.24	.00	35.48	35.58	-.10	-.11	Z-	-.20	.20
P68	588.57	588.58	.00	-155.31	-155.31	.00	11.23	11.28	-.06	-.06	Z-	-.20	.20
P69	767.01	767.01	.00	-151.12	-151.14	.02	6.78	6.89	-.11	-.11	Z-	-.20	.20
P70	797.56	797.56	.00	-102.47	-102.53	.05	58.58	58.69	-.01	-.06	Y+	-.20	.20
P71	653.93	653.93	.00	-102.50	-102.54	.03	58.55	58.66	-.01	-.03	Y+	-.20	.20
P72	498.88	498.88	.00	-92.94	-93.00	.06	94.22	94.24	-.02	-.06	Y+	-.20	.20
P73	409.39	409.36	.02	-77.55	-77.63	.09	115.31	115.33	-.02	-.09	Y+	-.20	.20
P74	300.58	300.58	.00	-60.14	-60.21	.07	127.61	127.62	-.02	-.07	Y+	-.20	.20
P75	316.99	316.98	.01	-85.11	-85.21	.10	67.48	67.67	-.19	-.21	Z-	-.20	.20

TOFAS

Karoseri Surec Denetleme

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 9/17

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

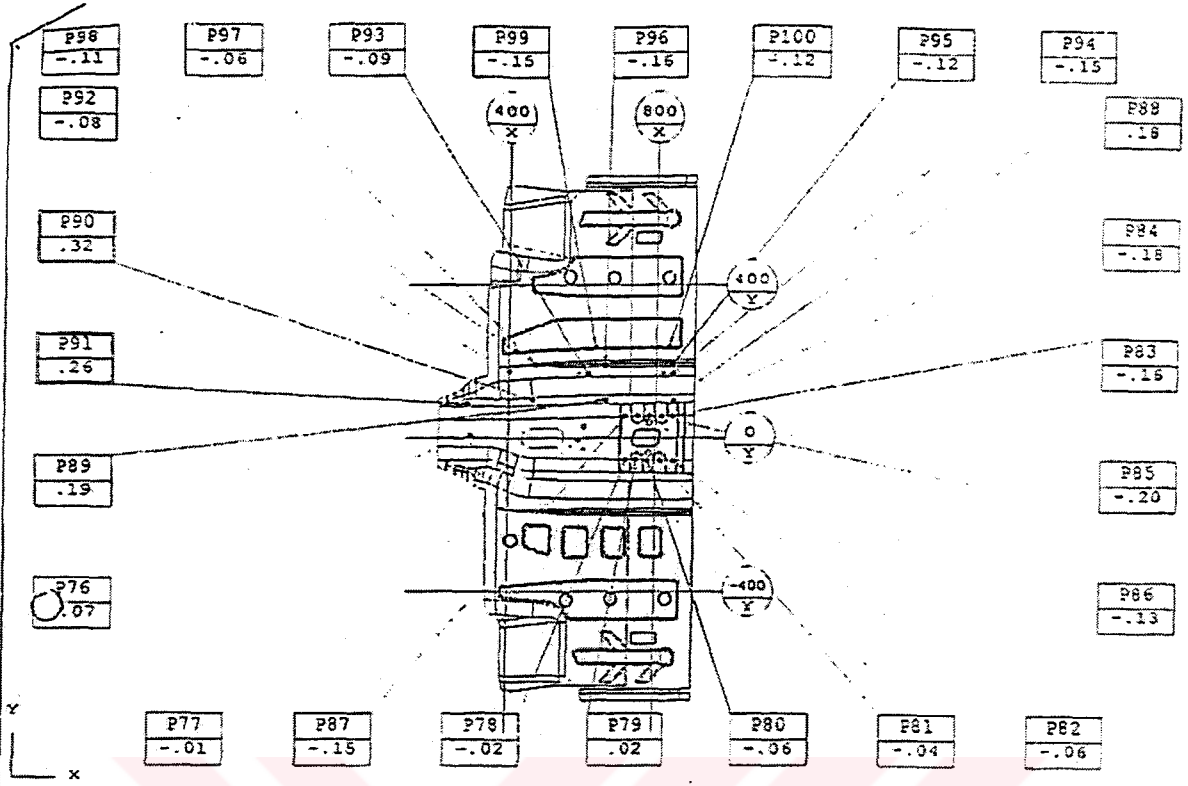
DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8

RAPOR NO:

KONTROL EDEN: Mehmet GAZMAZ

ONAY: r/n/1, TERTH.



YUZEY KONTROLU

Entity	XH	XN	DX	YH	YN	DY	ZH	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P76	301.39	301.39	.00	6.73	6.73	.00	180.64	180.71	-.07	-.07	Z-	-.20	.20
P77	592.54	592.54	.00	-4.91	-4.91	.00	160.34	160.35	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
P78	719.57	719.58	.00	-55.49	-55.49	.00	148.44	148.45	-.02	-.02	Z-	-.20	.20
P79	746.84	746.83	.00	-55.36	-55.36	.00	149.58	149.56	.02	.02	Z+	-.20	.20
P80	780.85	780.86	.00	-58.95	-58.96	.01	143.99	144.04	-.06	-.06	Z-	-.20	.20
P81	815.29	815.30	.00	-58.81	-58.82	.00	144.66	144.71	-.04	-.04	Z-	-.20	.20
P82	850.69	850.70	.00	-58.65	-58.65	.00	139.21	139.27	-.06	-.06	Z-	-.20	.20
P83	845.41	845.42	-.01	56.50	56.50	.00	139.50	139.65	-.15	-.16	Z-	-.20	.20
P84	815.52	815.53	-.01	56.34	56.34	.00	144.57	144.75	-.18	-.18	Z-	-.20	.20
P85	781.53	781.54	-.01	57.97	57.98	-.01	143.98	144.07	-.20	-.20	Z-	-.20	.20
P86	749.43	749.44	-.01	57.79	57.80	-.01	149.17	149.31	-.13	-.13	Z-	-.20	.20
P87	715.93	715.94	-.01	57.59	57.61	-.01	148.44	148.60	-.15	-.15	Z-	-.20	.20
P88	847.39	847.39	.00	97.70	97.52	.17	77.41	77.37	.05	.18	Y+	-.20	.20
P89	662.08	662.08	.00	97.71	97.53	.18	77.38	77.33	.05	.19	Y+	-.20	.20
P90	464.74	464.74	.00	96.97	96.66	.31	80.67	80.59	.08	.32	Y+	-.20	.20
P91	292.37	292.37	.00	97.85	97.60	.25	114.46	114.39	.07	.26	Y+	-.20	.20
P92	400.43	400.45	-.02	172.51	172.51	.00	40.25	40.33	-.08	-.08	Z-	-.20	.20
P93	614.55	614.56	-.01	166.41	166.41	.00	9.36	9.44	-.08	-.08	Z-	-.20	.20
P94	845.51	845.51	.00	167.61	167.61	.00	6.13	6.28	-.15	-.15	Z-	-.20	.20
P95	845.39	845.39	.00	189.97	189.96	-.08	3.42	3.50	-.08	-.12	Z-	-.20	.20
P96	660.62	660.63	.00	198.03	188.14	-.10	6.23	6.36	-.12	-.16	Z-	-.20	.20
P97	471.13	471.14	-.01	189.59	189.61	-.02	24.64	24.70	-.06	-.06	Z-	-.20	.20
P98	419.62	419.65	-.03	226.24	226.16	.08	38.84	38.91	-.08	-.11	Y+	-.20	.20
P99	635.74	635.75	-.01	236.04	236.94	.10	4.54	4.65	-.10	-.15	Z-	-.20	.20
P100	835.55	835.55	.00	237.15	237.06	.08	1.13	1.22	-.09	-.12	Z-	-.20	.20

TOFAS

Karcerei Surec Denetleme

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 10/12

MUSTERI: P.U.M.

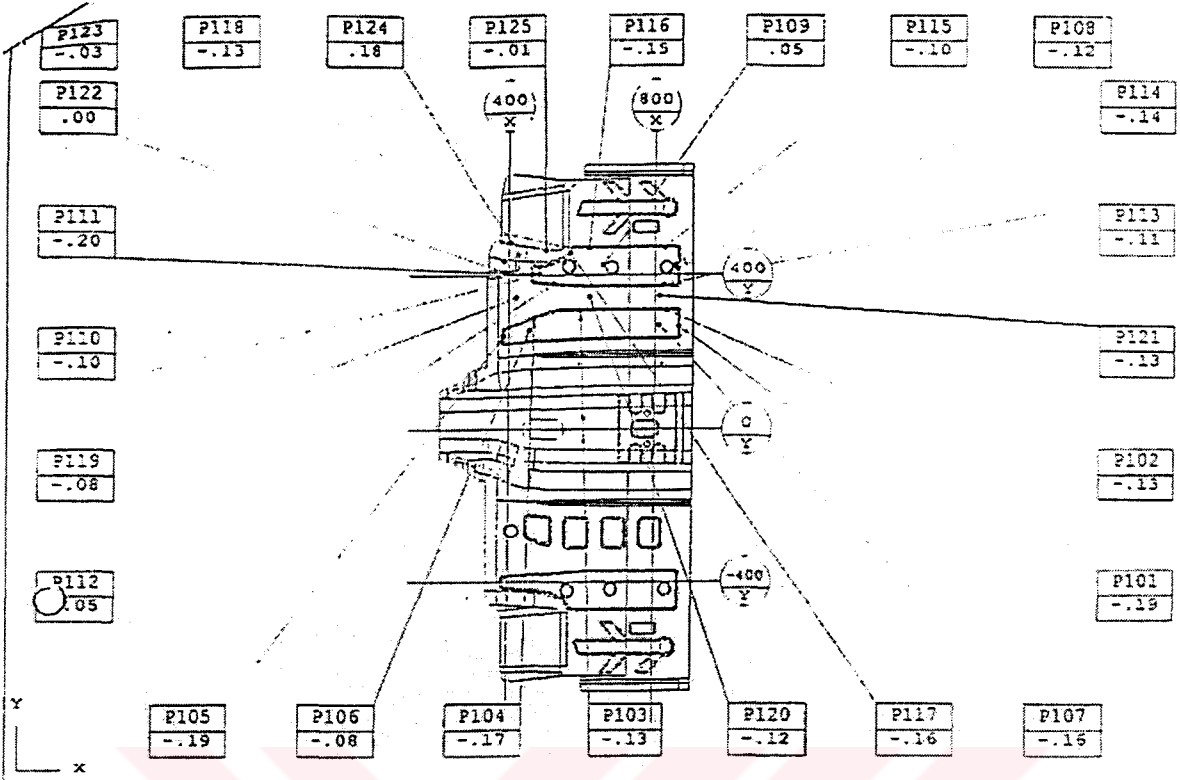
TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

DEGISIKLIK TARİHİ:

OFSET: -5.8



YUZEY KONTROLU

Entity	X4	XN	DX	YM	YN	DY	Z4	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P101	864.30	864.42	-.12	265.74	265.74	.00	.42	.57	-.15	-.19	Z-	-.20	.20
P102	832.36	832.36	.00	307.37	307.46	-.09	1.24	1.34	-.09	-.13	Z-	-.20	.20
P103	594.93	594.94	-.01	307.95	307.94	-.09	7.56	7.76	-.10	-.13	Z-	-.20	.20
P104	467.07	467.07	.00	287.87	287.94	-.08	25.99	26.14	-.15	-.17	Z-	-.20	.20
P105	386.55	386.46	.09	239.91	239.91	.00	46.84	47.01	-.17	-.19	Z-	-.20	.20
P106	453.99	454.01	-.02	255.20	255.20	.00	32.48	32.56	-.08	-.08	Z-	-.20	.20
P107	811.49	811.49	.00	268.52	268.52	.00	3.11	3.28	-.16	-.16	Z-	-.20	.20
P108	856.70	856.70	.00	427.29	427.29	.00	3.16	3.28	-.12	-.12	Z-	-.20	.20
P109	657.99	657.99	.00	426.25	426.25	.00	5.24	5.19	.05	.05	Z+	-.20	.20
P110	481.29	481.31	-.02	403.14	403.14	.00	26.87	26.97	-.10	-.10	Z-	-.20	.20
P111	464.30	464.21	.10	403.05	403.05	.00	28.04	28.21	-.17	-.20	Z-	-.20	.20
P112	521.84	521.85	.00	380.16	380.12	.03	17.58	17.61	-.04	-.05	Z-	-.20	.20
P113	824.59	824.59	.00	374.61	374.53	.08	1.46	1.54	-.08	-.11	Z-	-.20	.20
P114	862.22	862.32	-.10	417.27	417.27	.00	2.46	2.55	-.10	-.14	Z-	-.20	.20
P115	827.65	827.65	.00	470.20	470.27	-.07	1.23	1.31	-.07	-.10	Z-	-.20	.20
P116	619.57	619.57	-.01	469.98	469.98	-.10	6.05	6.15	-.10	-.15	Y-	-.20	.20
P117	568.79	568.72	.07	457.48	457.55	-.06	10.70	10.83	-.13	-.16	Z-	-.20	.20
P118	481.98	481.98	-.01	420.70	420.60	-.09	25.17	25.26	-.09	-.13	Z-	-.20	.20
P119	420.06	420.08	-.02	341.50	341.50	.00	35.13	35.22	-.08	-.08	Z-	-.20	.20
P120	620.37	620.39	-.01	343.25	343.25	.00	2.64	2.75	-.11	-.12	Z-	-.20	.20
P121	813.07	813.07	.00	345.50	345.50	.00	-1.85	-1.72	-.13	-.13	Z-	-.20	.20
P122	388.05	388.05	.00	409.01	409.01	.00	46.31	46.31	.00	.00	Z+	-.20	.20
P123	387.83	387.85	-.01	437.03	437.03	.00	48.58	48.61	-.03	-.03	Z-	-.20	.20
P124	406.11	406.11	.00	484.70	484.87	-.17	73.28	73.21	.07	.18	Y-	-.20	.20
P125	500.03	500.03	.00	465.46	465.45	.01	29.09	29.10	-.01	-.01	Z-	-.20	.20

TOFAS

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 1/17

Karoseri Surec Denetleme

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

1

SIRA NO:

RESİM NO:

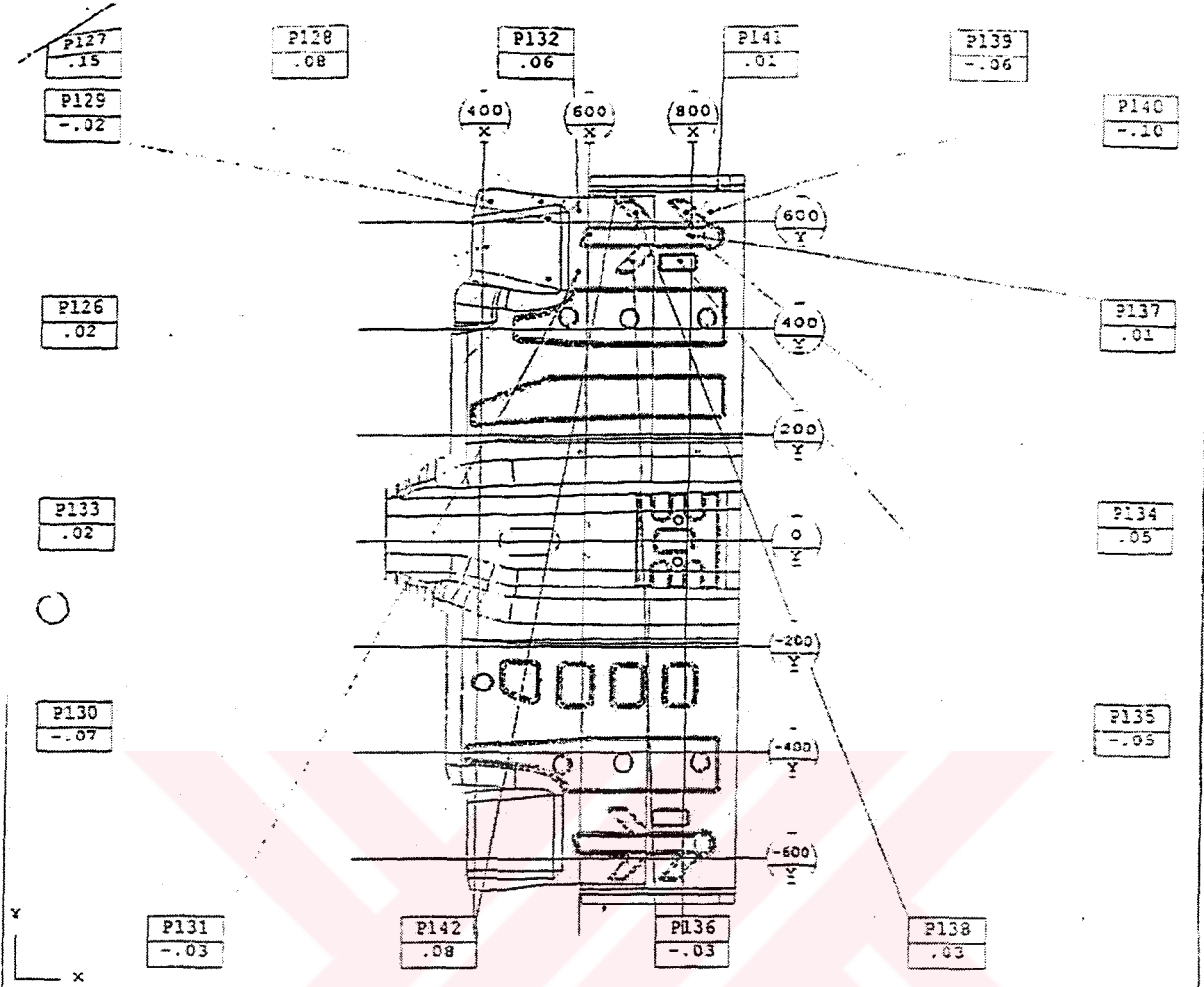
DEGISIKLIK TARİHI:

OFSET: -5.8

DAPOR NO:

KONTROL SAHİ: Mehmet ÇAKMAK

ONAY: [Signature] TERTİH:



YUZEY KONTROLU

Entity	XN	YN	DN	YM	YN	DY	ZN	ZN	DN	DEV	DIR	TOL-	TOL+
5	407.97	407.96	.01	552.64	552.64	.00	96.41	96.40	.02	.02	3+	-.20	.20
P127	414.73	414.65	.08	636.88	636.94	-.06	105.80	105.68	.12	.15	3+	-.20	.20
P128	509.77	509.73	.04	637.40	637.43	-.03	43.15	43.09	.06	.08	3+	-.20	.20
P129	522.90	522.91	-.01	606.49	606.49	.00	28.08	28.10	-.02	-.02	3-	-.20	.20
P130	524.08	524.11	-.04	492.65	492.65	.00	27.32	27.39	-.06	-.07	2-	-.20	.20
P131	582.19	582.19	.00	506.95	506.95	.00	6.47	6.50	-.03	-.03	2-	-.20	.20
P132	581.89	581.86	.01	621.19	621.19	.00	6.59	6.53	.06	.06	3+	-.20	.20
P133	603.03	603.03	.00	576.56	576.56	.00	-.69	-.71	.02	.02	3+	-.20	.20
P134	801.76	801.76	.00	572.37	572.37	.00	-6.67	-6.72	.05	.05	3+	-.20	.20
P135	778.91	778.91	.00	525.75	525.75	.00	.22	.28	-.05	-.05	2-	-.20	.20
P136	688.22	688.22	.00	524.68	524.68	.00	-4.13	-4.10	-.03	-.03	2-	-.20	.20
P137	794.59	794.59	.00	575.76	575.76	.00	-6.71	-6.72	.01	.01	3+	-.20	.20
P138	692.77	692.77	.00	617.37	617.37	.00	-4.21	-4.24	.03	.03	2+	-.20	.20
P139	790.89	790.89	.00	617.86	617.86	.00	-4.79	-4.72	-.06	-.06	2-	-.20	.20
P140	837.25	837.25	.00	618.10	618.10	.00	-1.82	-1.72	-.10	-.10	2-	-.20	.20
P141	851.32	851.32	.00	659.38	659.38	.00	-.51	-.51	.01	.01	2+	-.20	.20
P142	656.65	656.65	.00	658.06	658.08	-.02	-.55	-.62	.07	.08	3+	-.20	.20

TOFAS

Kazoseri Surec Denetleme

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 1/17

MUSTERI: P.U.M.

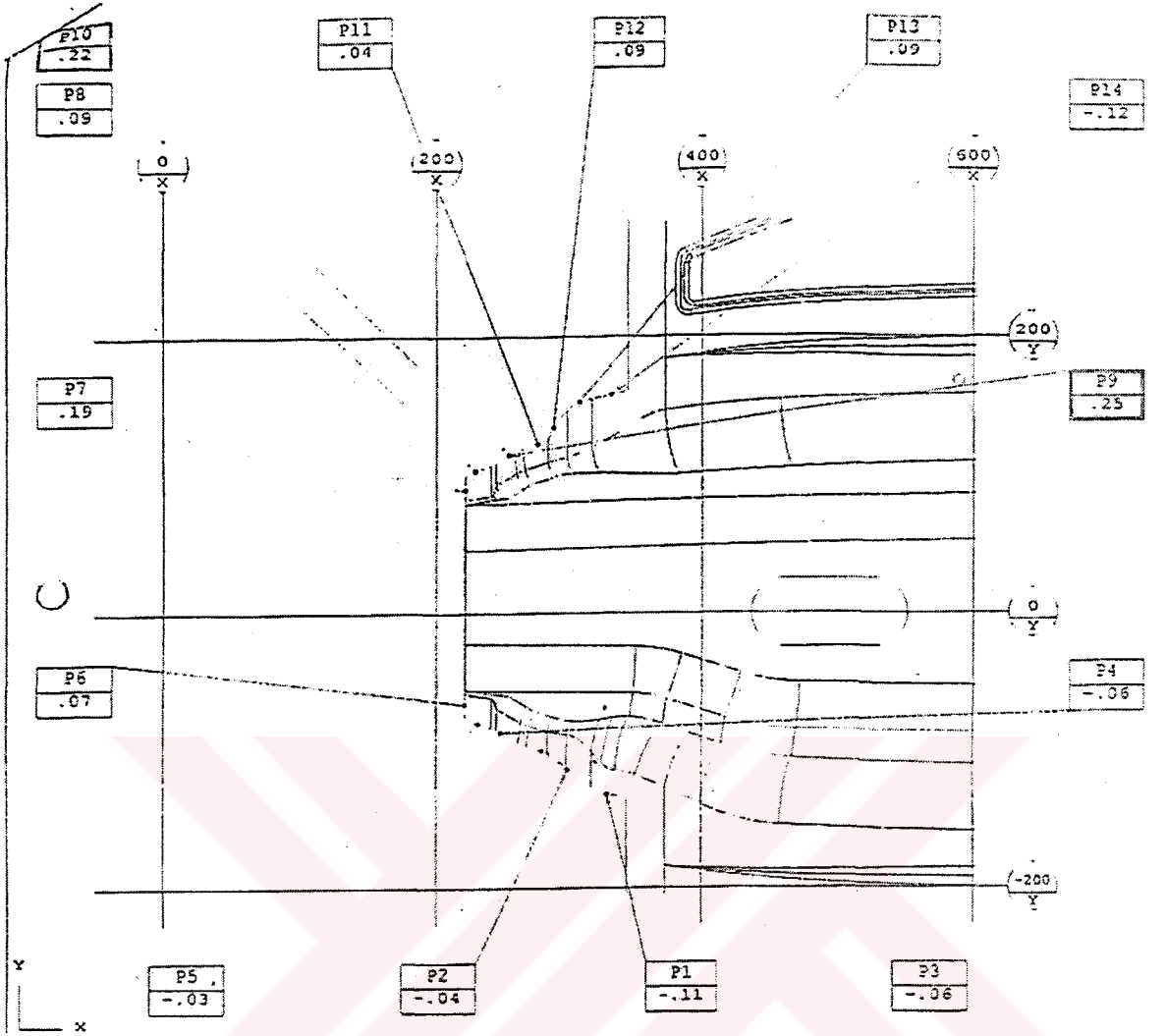
TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8



ON TARAF KESİM YÜZEYİ KONTROLU

Entity	XH	XN	DX	YH	YN	DY	ZH	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
P1	327.29	327.27	.02	-131.25	-131.36	.11	58.72	58.72	.00	-.11	Y+	-.20	.20
P2	297.37	297.35	.02	-113.54	-113.57	.03	67.36	67.36	.00	-.04	Y+	-.20	.20
P3	277.21	277.19	.02	-99.68	-99.74	.06	79.72	79.72	.00	-.06	Y+	-.20	.20
P4	246.63	246.60	.03	-86.64	-86.65	.05	125.09	125.09	.00	-.06	Y+	-.20	.20
P5	230.11	230.10	.01	-79.88	-79.91	.03	147.93	147.93	.00	-.03	Y+	-.20	.20
P6	220.38	220.46	-.07	-66.11	-66.11	.00	157.19	157.19	.00	.07	X-	-.20	.20
P7	220.27	220.46	-.19	90.13	90.13	.00	154.34	154.34	.00	.19	X-	-.20	.20
P8	227.98	228.01	-.03	103.98	103.79	.09	148.05	148.05	.00	.09	Y+	-.20	.20
P9	252.91	253.03	-.12	115.29	115.07	.22	108.30	108.30	.00	.25	Y+	-.20	.20
P10	252.91	253.02	-.11	115.25	115.06	.20	109.28	109.28	.00	.22	Y+	-.20	.20
P11	274.09	274.11	-.01	122.73	122.63	.04	84.35	84.55	.00	.04	Y+	-.20	.20
P12	286.27	286.34	-.07	134.40	134.36	.04	73.35	73.35	.00	.09	X-	-.20	.20
P13	305.66	305.70	-.03	152.45	152.37	.08	65.33	65.93	.00	.09	Y+	-.20	.20
P14	330.05	330.03	.02	157.51	157.63	-.12	58.29	58.29	.00	-.12	Y-	-.20	.20

TOFAS

Karoseri Surec Denetleme

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 1/12

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

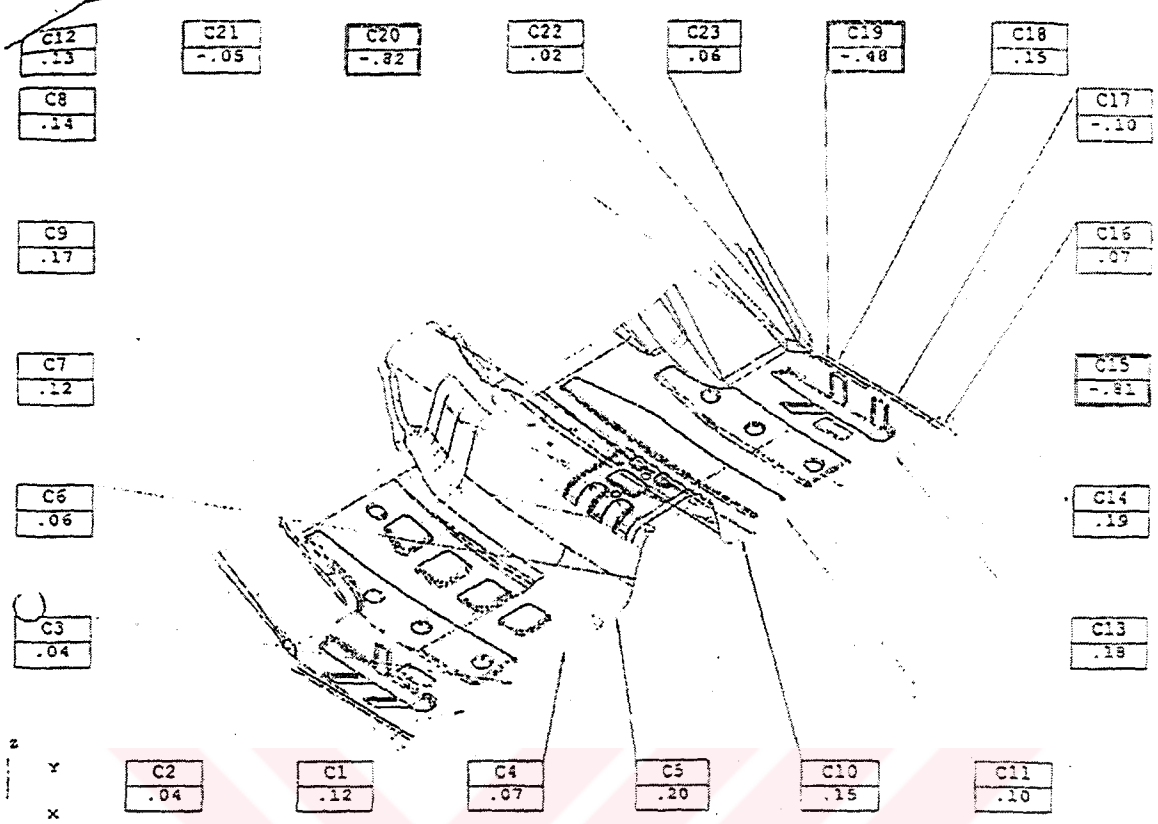
DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: 0

PAPOR NO:

KONTROL NO:

KONTROL TARİHİ:



CEVRE KESIMI KONTROLU

Entity	XH	XN	DX	YH	YN	DY	ZH	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
C1	904.12	904.00	.12	-677.18	-677.18	.00	-3.95	-3.95	.00	.12	X+	-.20	.20
C2	904.04	904.00	.04	-535.80	-535.80	.00	-1.72	-1.72	.00	.04	X+	-.20	.20
C3	904.04	904.00	.04	-417.14	-417.14	.00	-1.72	-1.72	.00	.04	X+	-.20	.20
C4	904.07	904.00	.07	-285.37	-285.37	.00	-1.72	-1.72	.00	.07	X+	-.20	.20
C5	904.20	904.00	.20	-154.20	-154.20	.00	6.55	6.55	.00	.20	X+	-.20	.20
C6	904.06	904.00	.06	-101.54	-101.54	.00	62.37	62.37	.00	.06	X+	-.20	.20
C7	904.12	904.00	.12	-59.80	-59.80	.00	140.28	140.28	.00	.12	X+	-.20	.20
C8	904.14	904.00	.14	51.05	51.05	.00	140.33	140.33	.00	.14	X+	-.20	.20
C9	904.17	904.00	.17	96.96	96.96	.00	79.46	79.46	.00	.17	X+	-.20	.20
C10	904.15	904.00	.15	168.75	168.75	.00	6.28	6.28	.00	.15	X+	-.20	.20
C11	904.10	904.00	.10	280.79	280.79	.00	-1.72	-1.72	.00	.10	X+	-.20	.20
C12	904.13	904.00	.13	420.82	420.82	.00	-1.72	-1.72	.00	.13	X+	-.20	.20
C13	904.18	904.00	.18	548.81	548.81	.00	-1.72	-1.72	.00	.18	X+	-.20	.20
C14	904.19	904.00	.19	677.61	677.61	.00	-4.07	-4.07	.00	.19	X+	-.20	.20
C15	888.36	888.36	.00	683.45	684.23	-.78	-5.63	-5.64	.21	-.81	Y-	-.20	.20
C16	888.36	888.36	.00	684.30	684.23	.07	-5.86	-5.84	-.02	.07	Y+	-.20	.20
C17	773.04	773.04	.00	684.37	684.46	-.09	-4.35	-4.37	.02	-.10	Y-	-.20	.20
C18	627.14	627.14	.00	684.61	684.46	.15	-5.01	-4.97	-.04	.15	Y+	-.20	.20
C19	605.70	605.21	.48	679.68	679.72	-.04	-3.69	-3.70	.01	-.48	X+	-.20	.20
C20	603.19	602.37	.82	652.16	652.24	-.08	1.81	1.81	.00	-.82	X+	-.20	.20
C21	600.53	600.50	.03	646.04	646.08	-.04	4.55	4.56	.00	-.05	Y-	-.20	.20
C22	595.75	595.73	.02	653.90	653.90	.00	12.78	12.78	.00	.02	X+	-.20	.20
C23	594.97	594.91	.06	653.90	653.90	.00	30.14	30.14	.00	.06	X+	-.20	.20

TOFAS

Karoseri Surec Denetleme

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 14/12

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8

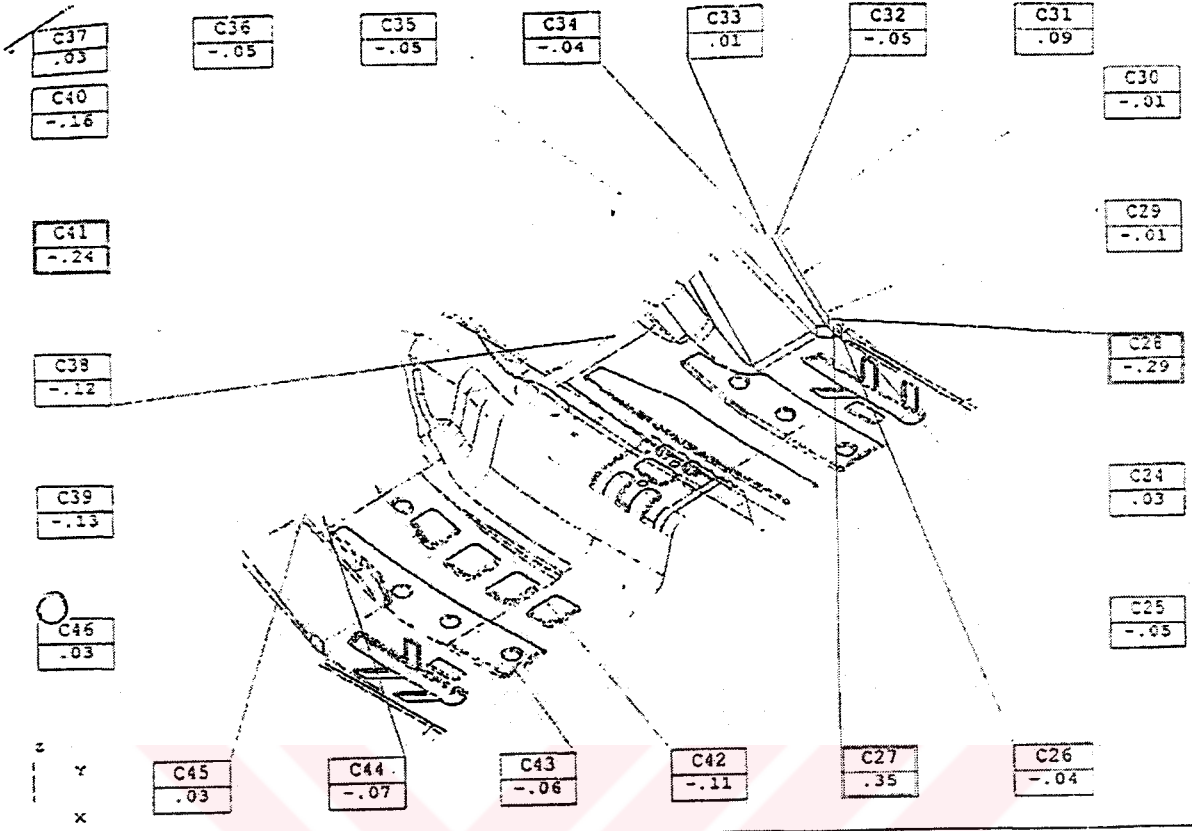
BDDDD NO.

YONUNUN BDDDD NO.

SIRA NO:

RESİM NO:

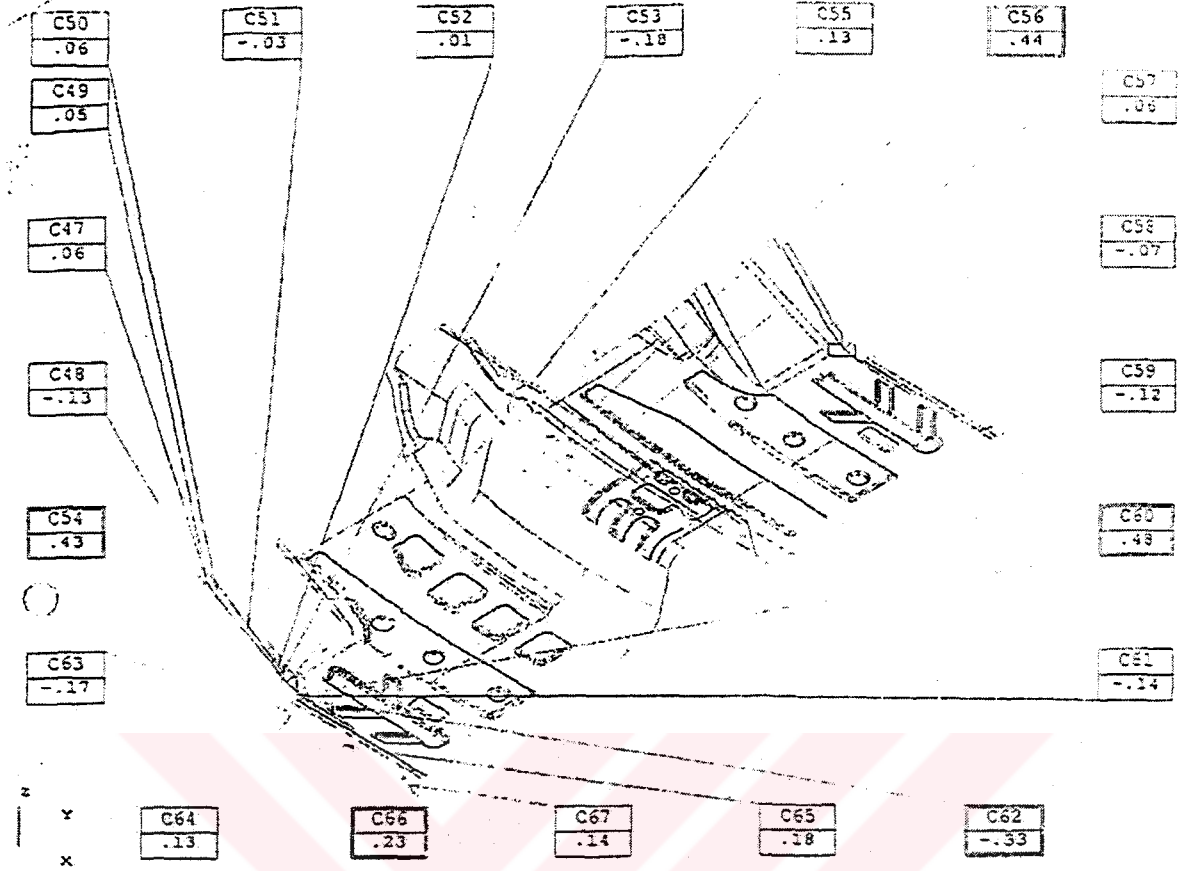
OFSET: -5.8



CEVRE KESIMI KONTROLU

Entity	XM	YN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
C24	589.31	589.31	.01	653.90	653.90	.00	39.32	39.29	.03	.03	Z+	-.20	.20
C25	583.61	583.57	.04	653.90	653.90	.00	34.33	34.36	-.03	-.05	X+	-.20	.20
C26	577.66	577.63	.04	653.90	653.90	.00	25.45	25.48	-.02	-.04	X+	-.20	.20
C27	570.71	570.56	.15	653.90	653.90	.00	23.74	23.42	.32	.35	Z+	-.20	.20
C28	564.80	565.08	-.28	653.90	653.90	.00	35.58	35.54	.04	-.29	X-	-.20	.20
C29	557.55	557.56	-.01	653.90	653.90	.00	48.10	48.11	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
C30	492.35	492.35	.00	659.90	659.90	.00	94.06	94.06	-.01	-.01	Z-	-.20	.20
C31	429.13	429.07	.05	667.06	667.06	.00	139.41	139.34	.07	.09	Z+	-.20	.20
C32	416.13	416.09	.05	667.63	667.63	-.01	131.82	131.85	-.03	-.05	X+	-.20	.20
C33	397.26	397.26	.00	660.94	660.93	.01	128.76	128.76	.00	.01	Y-	-.20	.20
C34	387.36	387.32	.04	652.40	652.40	.00	131.19	131.21	-.02	-.04	X+	-.20	.20
C35	376.94	376.50	.04	561.80	561.80	.00	114.83	114.86	-.02	-.05	X+	-.20	.20
C36	362.53	362.49	.04	491.72	491.73	-.01	91.37	91.39	-.02	-.05	X+	-.20	.20
C37	345.73	345.75	-.02	442.42	442.42	.00	66.04	66.03	.01	.03	X-	-.20	.20
C38	341.16	341.05	.11	338.45	338.45	.00	56.67	56.70	-.03	-.12	X+	-.20	.20
C39	341.17	341.05	.12	206.93	206.93	.00	56.67	56.70	-.04	-.13	X+	-.20	.20
C40	220.25	220.09	.16	53.72	53.72	.00	185.32	185.33	-.01	-.16	X+	-.20	.20
C41	220.29	220.05	-.24	-18.30	-18.30	.00	186.39	186.40	-.02	-.24	X+	-.20	.20
C42	340.47	340.37	.10	-144.25	-144.25	.00	56.87	56.90	-.03	-.11	X+	-.20	.20
C43	340.73	340.67	.06	-267.44	-267.44	.00	56.79	56.81	-.02	-.06	X+	-.20	.20
C44	341.05	340.98	.07	-394.66	-394.66	.00	56.70	56.72	-.02	-.07	X+	-.20	.20
C45	359.12	359.14	-.02	-467.51	-467.51	.00	87.01	87.00	.01	.03	X-	-.20	.20
C46	382.56	382.59	-.03	-505.63	-505.63	.00	124.07	124.05	.02	.03	X-	-.20	.20

TOFAS	ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU	SAYFA: 1/17
Karoseri Surec Denetleme	MUSTERI: P.U.M.	TIP: ..
SIRA NO:	RESİM NO:	DEĞİŞİKLİK TARİHİ:
		OFSET: -5.8



CEVRE KESIMI KONTROLU

Entity	X4	XN	DX	YN	YN	DY	Z4	ZH	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
C47	385.75	385.80	-05	-645.56	-645.56	00	128.94	128.91	04	06	X-	-020	020
C48	398.10	398.14	-04	-660.71	-660.83	12	128.10	128.13	-03	-13	Y+	-020	020
C49	415.70	415.74	-04	-667.63	-667.63	00	131.36	131.33	03	05	X-	-020	020
C50	431.64	431.61	03	-666.77	-666.77	00	137.57	137.52	04	06	Z+	-020	020
C51	493.19	493.21	-02	-659.80	-659.80	00	93.43	93.45	-03	-03	Z-	-020	020
C52	556.76	556.76	01	-653.90	-653.90	00	48.65	48.64	01	01	Z+	-020	020
C53	564.93	565.11	-18	-653.90	-653.90	00	35.76	35.73	02	-18	X-	-020	020
C54	567.78	567.57	21	-653.90	-653.90	00	25.32	24.95	38	43	Z+	-020	020
C55	576.50	576.61	-11	-653.90	-653.90	00	24.02	23.95	07	13	X-	-020	020
C56	582.90	583.27	-36	-653.90	-653.90	00	34.15	33.91	24	44	X-	-020	020
C57	589.65	589.64	01	-653.90	-653.90	00	38.28	38.22	06	06	Z+	-020	020
C58	594.77	594.84	-07	-653.90	-653.90	00	31.60	31.60	00	-07	X-	-020	020
C59	595.55	595.67	-12	-653.90	-653.90	00	13.98	13.99	-01	-12	X-	-020	020
C60	595.63	595.17	46	-649.25	-649.12	-13	5.90	5.87	03	48	X+	-020	020
C61	598.80	598.80	00	-645.59	-645.72	14	4.73	4.73	00	-14	Y+	-020	020
C62	602.47	602.14	33	-650.41	-650.44	03	2.62	2.63	00	-33	X+	-020	020
C63	605.42	605.26	16	-680.16	-680.17	01	-3.82	-3.82	00	-17	X+	-020	020
C64	616.06	616.06	00	-684.59	-684.46	-13	-5.01	-4.97	-03	13	Y-	-020	020
C65	735.42	735.42	00	-684.63	-684.46	-17	-5.02	-4.97	-05	18	Y-	-020	020
C66	890.63	890.63	00	-684.45	-684.23	-22	-5.90	-5.84	-06	23	Y-	-020	020
C67	890.63	890.63	00	-684.36	-684.23	-13	-5.88	-5.84	-04	14	Y-	-020	020

TOFAS

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 11/12

Karoseri Surec Denetleme

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

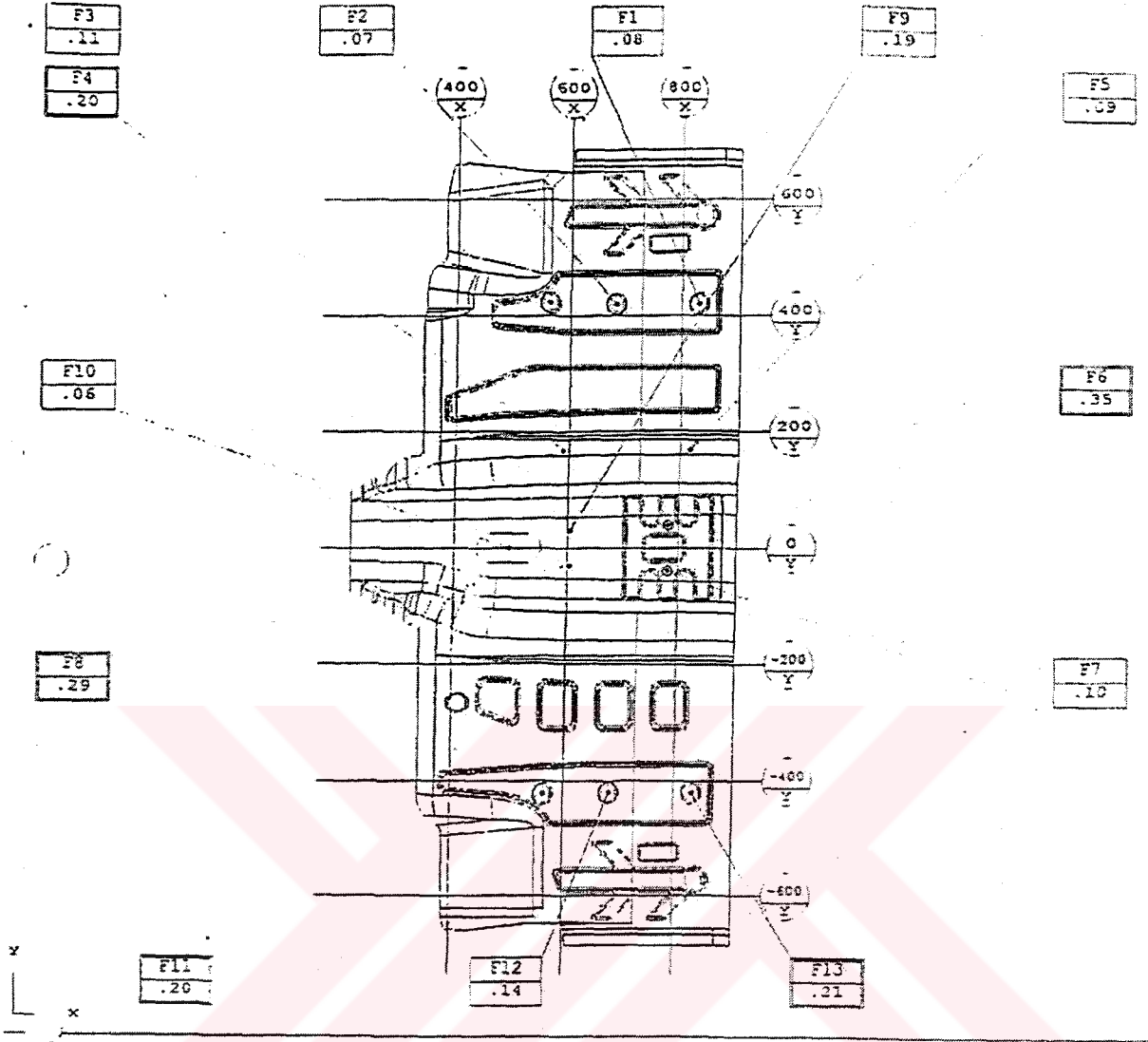
DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -5.8

RAPOR NO:

KONTROL EDEN: Mehmet SAGMAZ

TARİH: 11/12



DELIKLERIN KONTROLU

Entity	XM	XN	DX	YM	YN	DY	ZM	ZN	DZ	DEV	DIR	TOL-	TOL+
F1	832.08	832.14	-.06	419.88	419.83	.05	3.79	3.78	.01	.08	X-	-.20	.20
F2	682.13	682.13	.00	419.85	419.84	.01	3.85	3.78	.07	.07	Z+	-.20	.20
F3	563.64	563.72	-.08	422.61	422.65	-.04	14.33	14.26	.07	.11	X-	-.20	.20
F4	569.17	569.37	-.20	167.14	167.12	.02	15.71	15.67	.04	.20	X-	-.20	.20
F5	817.93	817.99	-.06	168.46	168.40	.06	10.75	10.78	-.03	.09	X-	-.20	.20
F6	781.59	781.84	-.25	38.81	39.00	-.19	147.45	147.81	-.16	.35	X-	-.20	.20
F7	781.92	781.84	.08	-38.95	-39.00	.05	147.63	147.81	.02	.10	X+	-.20	.20
F8	604.42	604.70	-.28	-29.95	-30.01	.06	164.02	164.01	.01	.29	X-	-.20	.20
F9	604.63	604.70	-.07	30.17	29.99	.18	164.00	164.01	-.01	.19	Y+	-.20	.20
F10	494.95	494.90	.05	.03	.00	.03	171.67	171.69	-.02	.06	X+	-.20	.20
F11	563.55	563.72	-.17	-422.54	-422.65	.11	14.25	14.26	-.01	.20	X-	-.20	.20
F12	682.10	682.14	-.04	-419.71	-419.84	.13	3.78	3.78	.00	.14	Y+	-.20	.20
F13	832.02	832.13	-.11	-419.66	-419.84	.18	3.75	3.78	-.03	.21	Y+	-.20	.20

TOFAS

Karoseri Surec Denetleme

ADI: PEDANA CRUSCOTTO KALIBROSU

SAYFA: 7/12

MUSTERI: P.U.M.

TIP:

SIRA NO:

RESİM NO:

DEĞİŞİKLİK TARİHİ:

OFSET: -1.3



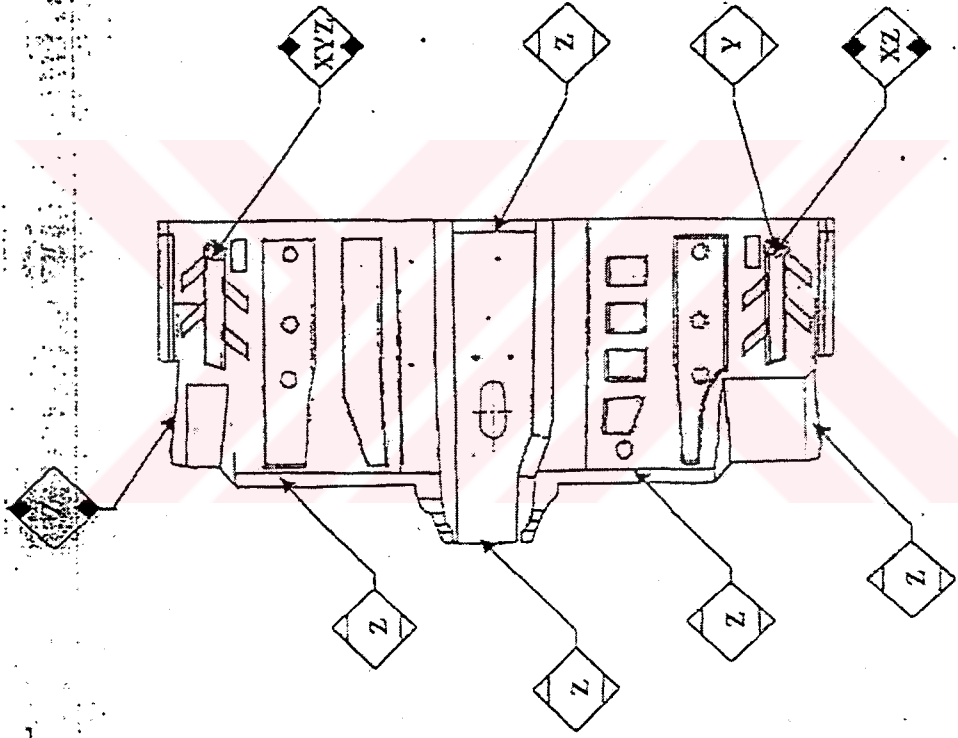
EK 4

15/10 99 VEN 08:08 [NR.TX/RX 7087] @27

Modello	
Stabilimento	Turchia
Area	Stampaggio

PIANO DI CONTROLLO PROCESSO
Control Plan

Processo	
Disegno	



Completato	Galliana L.	Approvaz	Merlo C.	Completazione		Ultima modifica		Pressa in carico	Stabilimento	
------------	-------------	----------	----------	---------------	--	-----------------	--	------------------	--------------	--

Referans Noktaları ve Eksenleri

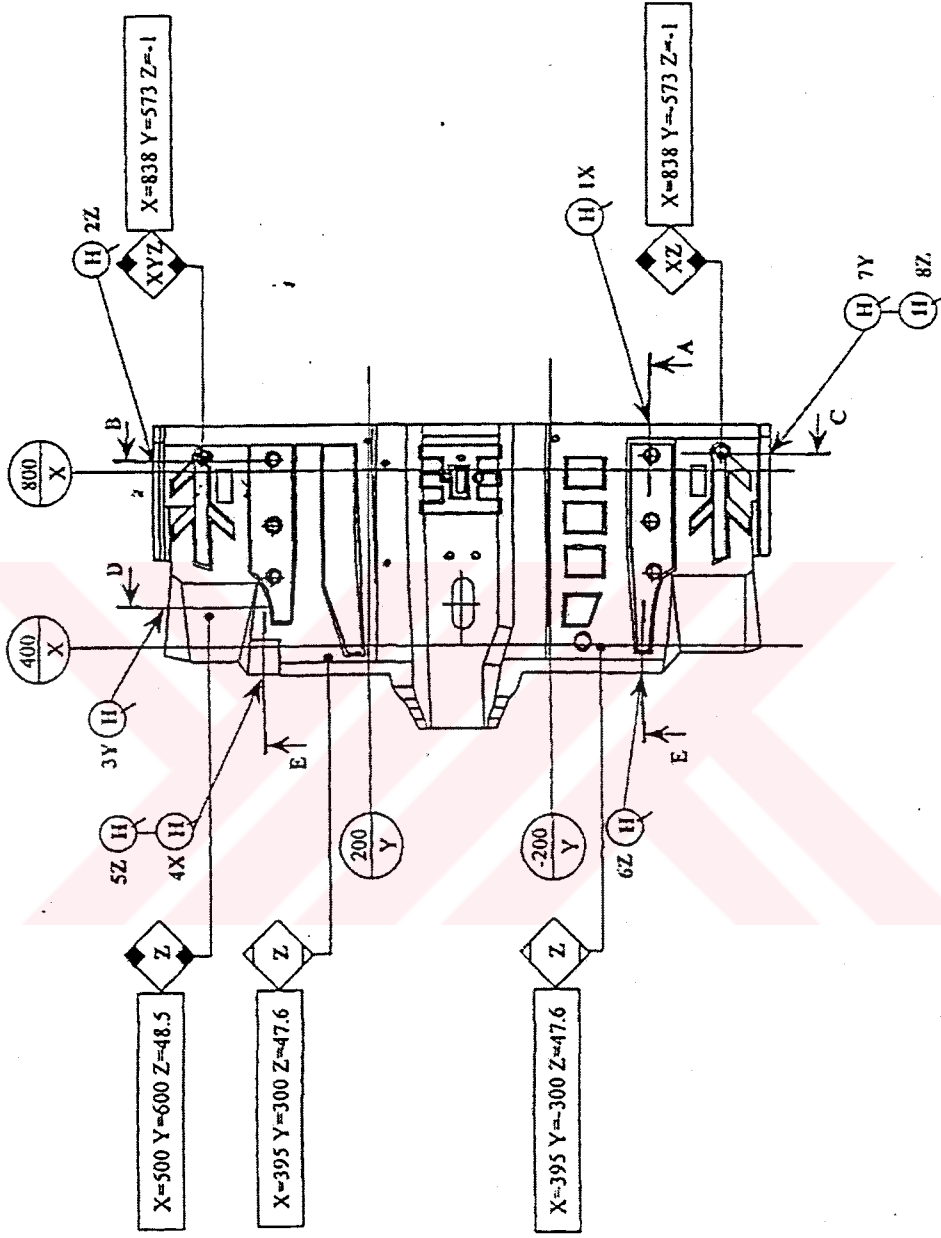
FIAT AUTO S.p.A. D.P.V. Qualità Plan e Metodi

CANO DI CONTROLLO PROCESSO
Control Plan

Modello	
Stabilimento	Bursa (Turchia)
Area	Stampaggio

Processo	
Disegno	
Codifica	129.223.00.S.OSS.00.

Controllo dimensionale



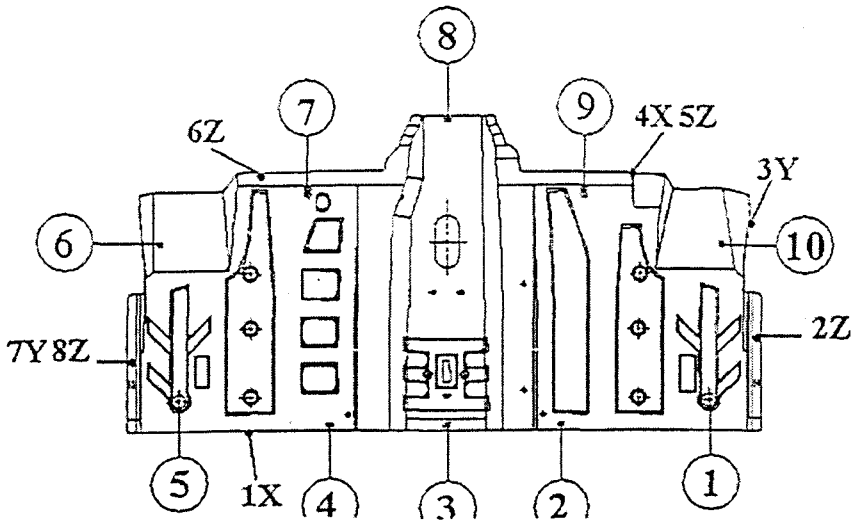
Approvazione	Completazione	Data agg.	Pressa in carico	Stabilimento
1175 S	Galliana L.			

Referans Noktaları ve Koordinatları



EK 5

Resim Numarası		Parça Adı		ÖN GÖĞÜS SACI		
Kolon No	▼Modül No ve Yön	Kesim Noktası		Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
1	303_0	X 4.7265 Y -4.5607 Z 52.6768		1		
Kolon No	▼Modül No ve Yön	Nokta		Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
2	1_3	X -0.0297 Y 2.5840 Z 33.7396		5	22301_2	3-X
Kolon No	▼Modül No ve Yön	Nokta	Silindir	Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
3	46_0	X -0.5833 Y -20.5935 Z 39.0022	X -0.0645 Y 47.8024 Z 40.1668	3	22301_3	3-X
Kolon No	▼Modül No ve Yön	Nokta		Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
4	14_3	X -0.0316 Y 3.6907 Z 33.9996		6	22301_4	3-X
Kolon No	▼Modül No ve Yön	Kesim Noktası		Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
5	304_0	X 4.7978 Y -4.5264 Z 52.7127		2		
Kolon No	▼Modül No ve Yön			Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
6		X Y Z		10	22301_6	2+Y
Kolon No	▼Modül No ve Yön			Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
7		X Y Z		8	22301_7	1+X
Kolon No	▼Modül No ve Yön			Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
8		X Y Z		4	17801_9	1+X
Kolon No	▼Modül No ve Yön			Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
9		X Y Z		7	22301_9	1+X
Kolon No	▼Modül No ve Yön			Sıkma S.	Klemp Adı	Yön
10		X Y Z		9	22301_10	0-Y





EK 6

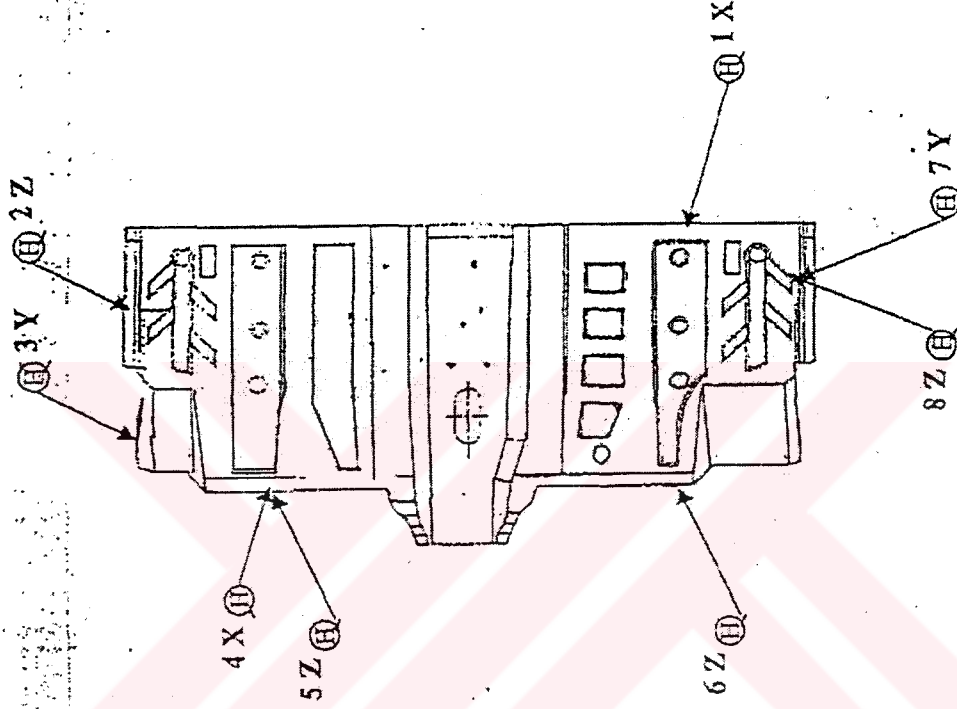
FIAT AUTO S.p.A. D.P.V. Qualità Plant e Metodi

PIANO DI CONTROLLO PROCESSO
Control Plan

Modello	
Stabilimento	Turchia
Area	Stampaggio

Processo

Disegno



Completore	Galliana L.	Approvaz	Merlo C.	Completatore	Ultima modifica	Prva in carico	Stabilimento	81
------------	-------------	----------	----------	--------------	-----------------	----------------	--------------	----

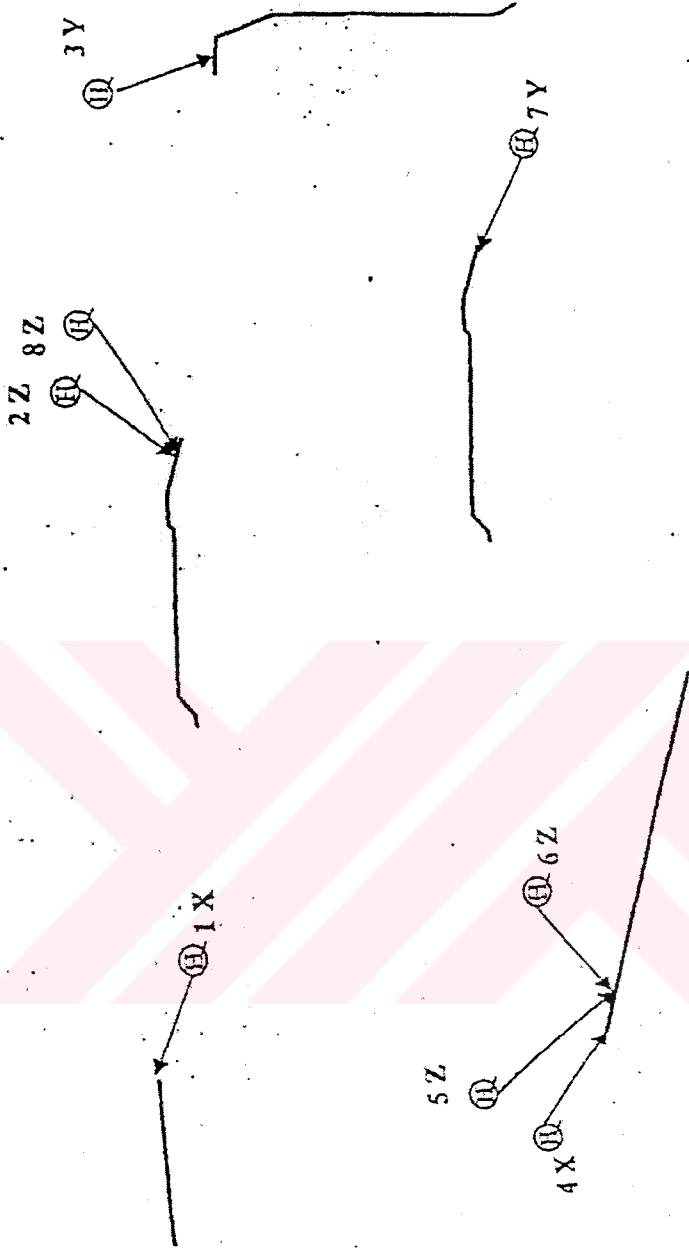
Ölçme Noktaları

PIANO DI CONTROLLO PROCESSO
Control Plan

Modello	
Stabilimento	Turchia
Area	Stampaggio

FIAT AUTO S.p.A. D.P.V. Qualità, Pianificazione e Metodi

Processo	
Disegno	

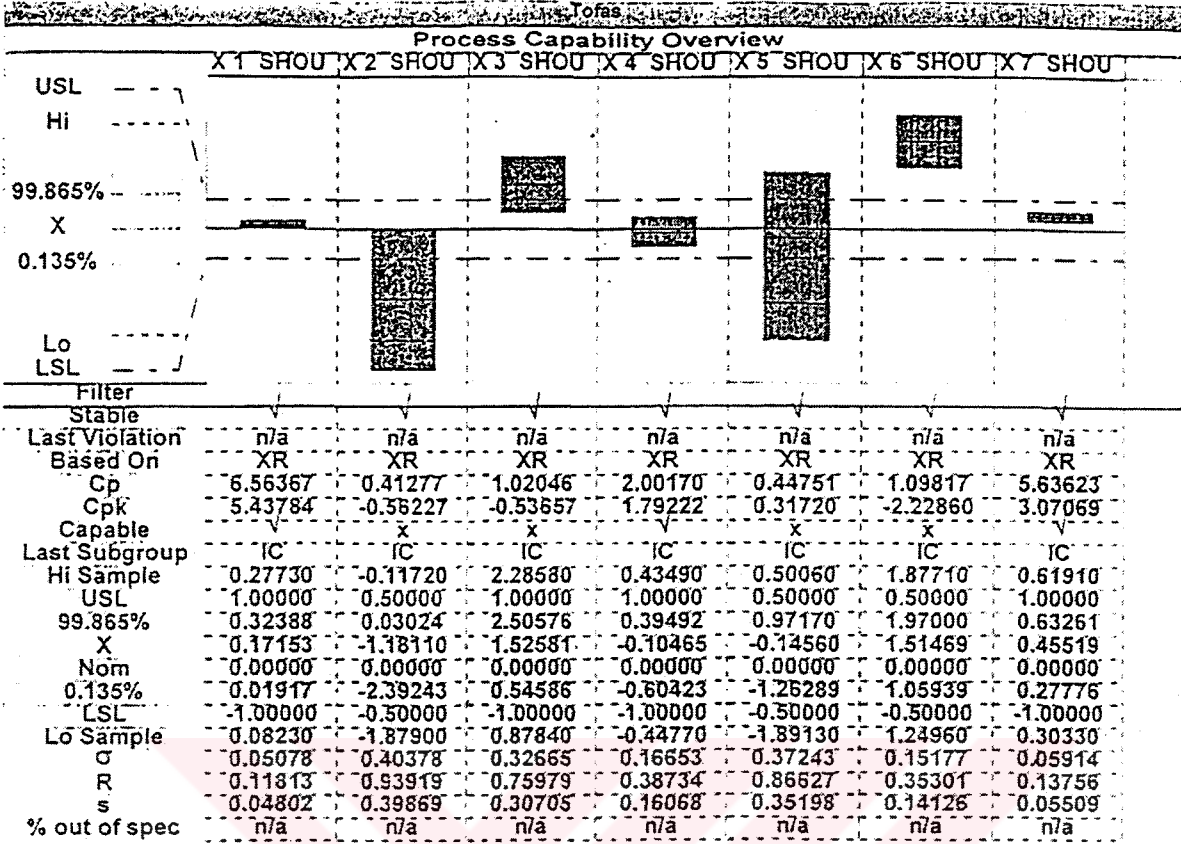


Approvato	Galliani L.	Approvato	Merto C.	Completato	...	Ultima modifica		Pressa lo carico Stabilimento		82
-----------	-------------	-----------	----------	------------	-----	-----------------	--	-------------------------------	--	----

Ölçme Noktaları Kesit Görünüşü

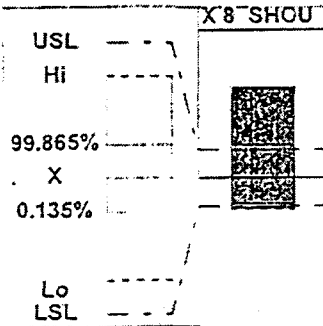


EK 7



PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GÖĞÜS SACI	A	MAKYNE YETENEĞY	CM-CMK
Printed On	Date		Time	18:31:23
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Limited				

Process Capability Overview...continued



X̄ s
SHOU

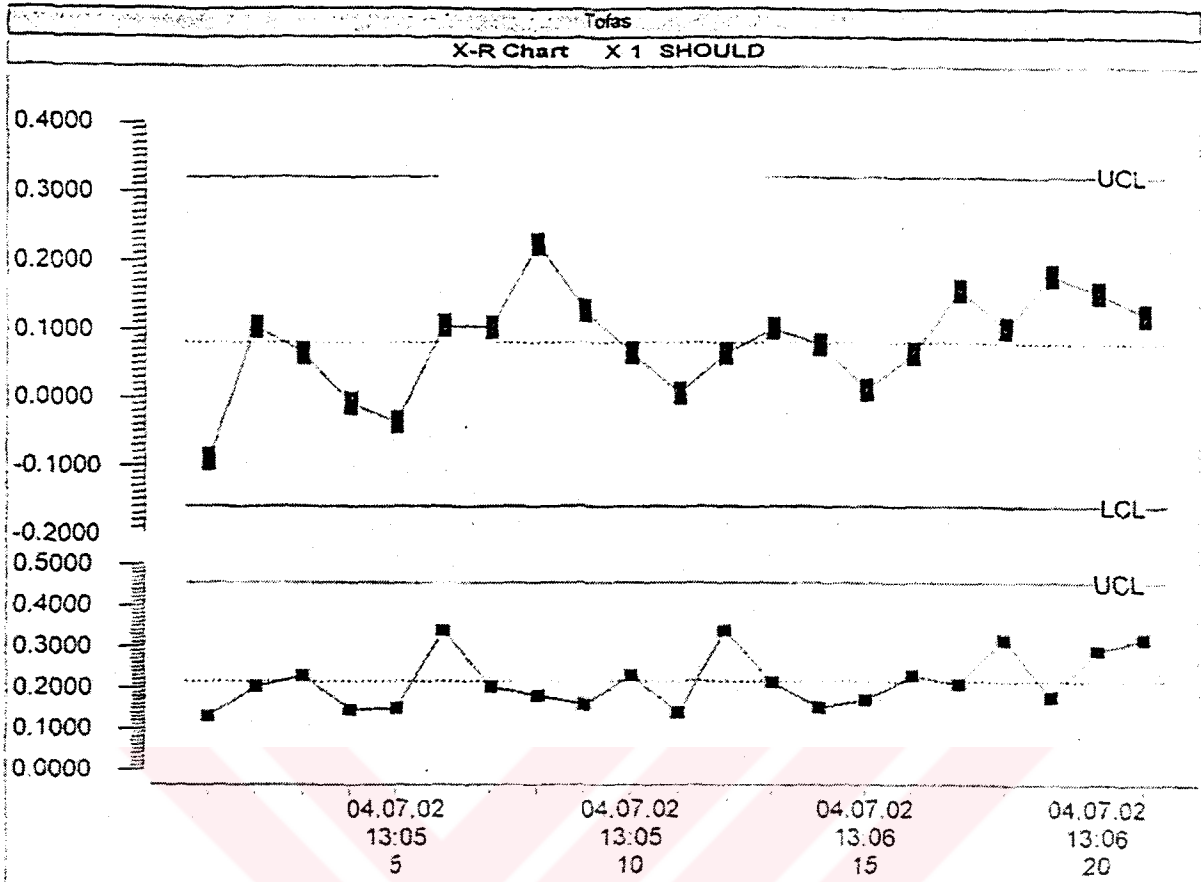
Filter	Stable	
Last Violation Based On		n/a
Cp		0.48323
Cpk		-0.08717
Capable		x
Last Subgroup		IC
Hi Sample		1.58970
USL		0.50000
99.865%		1.62490
X		0.59020
Norm		0.00000
0.135%		-0.44450
LSL		-0.50000
Lo Sample		-0.56100
σ		0.34490
R		0.80224
s		0.32413
% out of spec		n/a



PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ONGÖĞÜS SACI	A	MAKYNE YETENEĞY	CM-CMK
Printed On	Date		Time	18:31:23



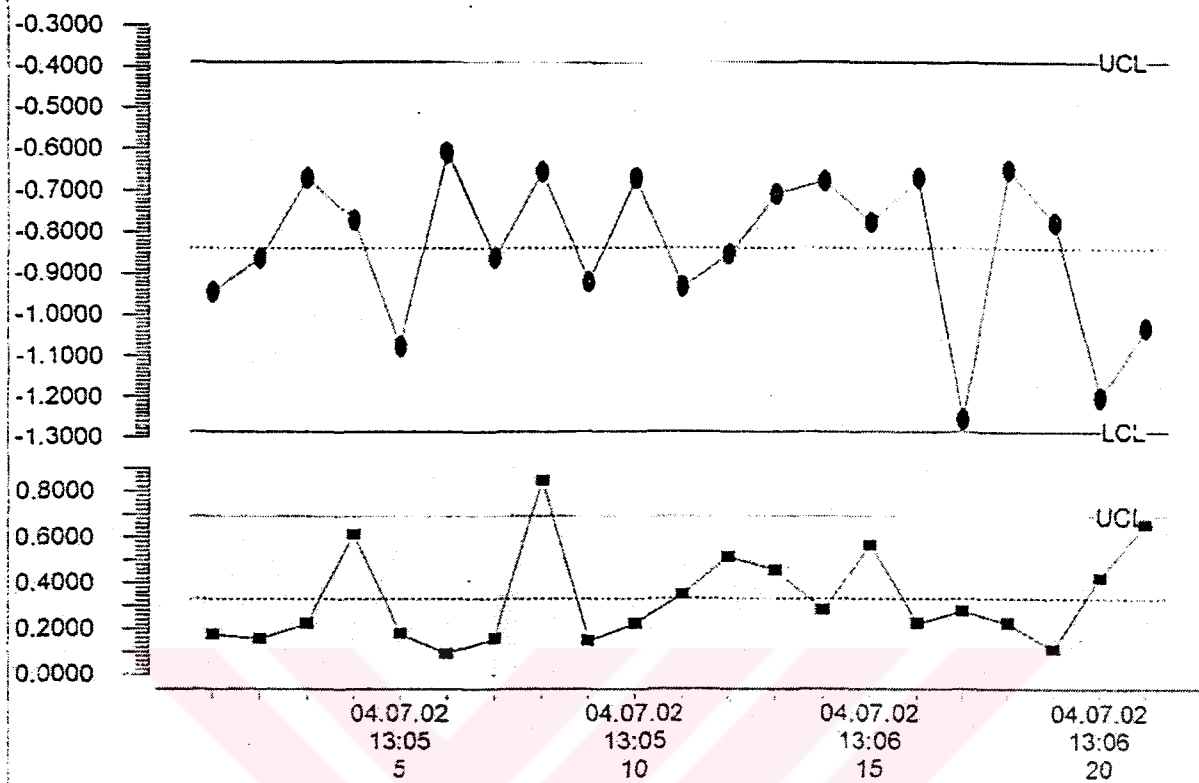
EK 8



Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 0.33040	Calcs based on XR	■ In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 1.00000	σ = 0.09294	□ Out of control (OC)
Process stable	$X+3\sigma$ = 0.35951	R = 0.21617	⬇ Out of specification (OS)
Cp = 3.58666	X = 0.08100	s = 0.08867	⬇ Ignored/excluded (EX)
Cpk = 3.29614	$X-3\sigma$ = -0.19781	UCLX = 0.32147	⬆ Filtered (FL)
Process is Capable	LSL = -1.00000	LCLX = -0.15947	
	Lo Sample = -0.19170	UCLR = 0.45699	
		LCLR = 0.00000	

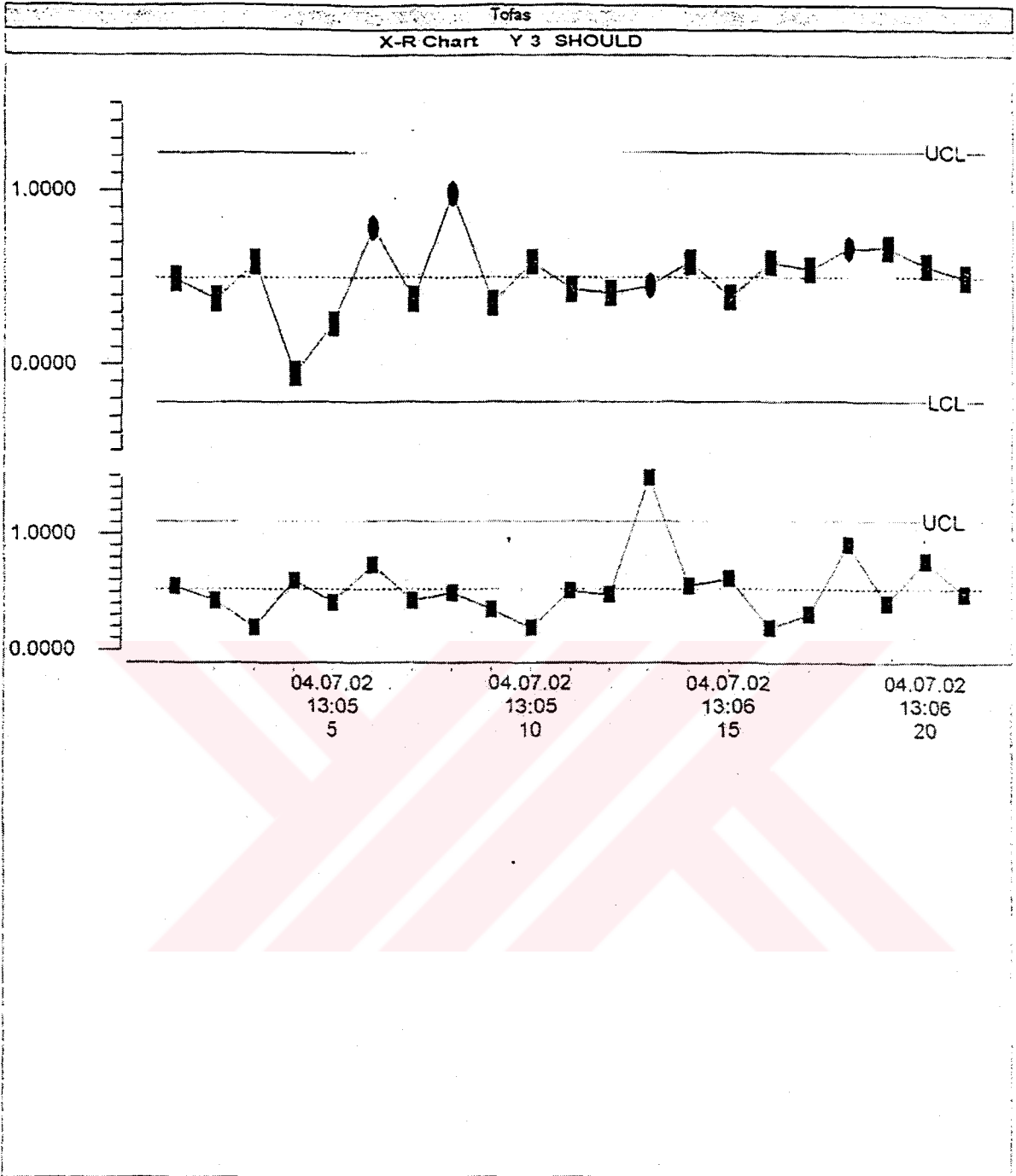
PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GOGUS SACI	B		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:38:01
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Limited				1

Tofas
X-R Chart Z 2 SHOULD



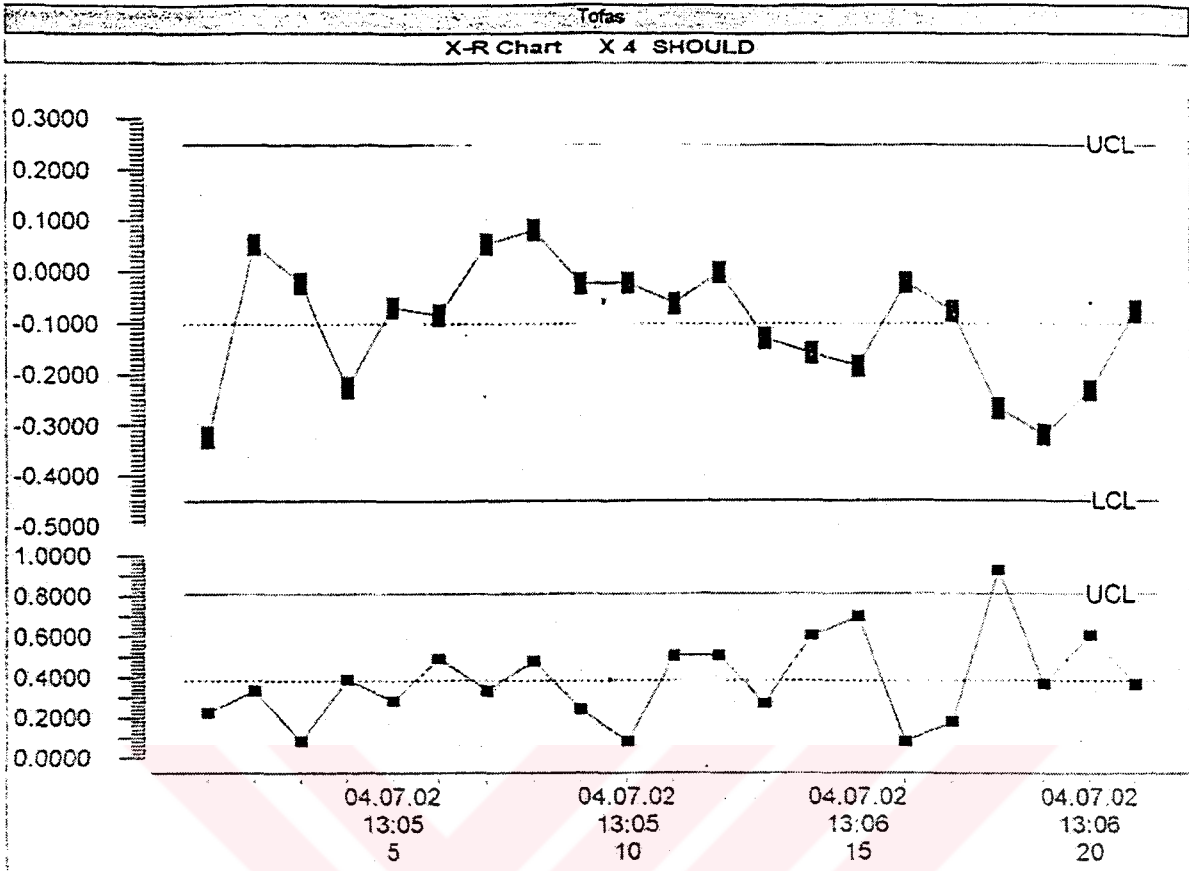
Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = -0.08340	Calcs based on XR	■ In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 0.50000	σ = 0.14070	▲ Out of control (OC)
Process stable	$X+3\sigma$ = -0.41438	R = 0.32728	□ Out of specification (OS)
Cp = 1.18452	\bar{X} = -0.83650	s = 0.13302	○ Ignored/excluded (EX)
Cpk = -0.79717	$X-3\sigma$ = -1.25861	UCLX = -0.38742	◇ Filtered (FL)
Process Not Capable	LSL = -0.50000	LCLX = -1.28557	
	Lo Sample = -1.39640	UCLR = 0.69186	
		LCLR = 0.00000	

PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GÖĞÜS SACI	B		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:38:01



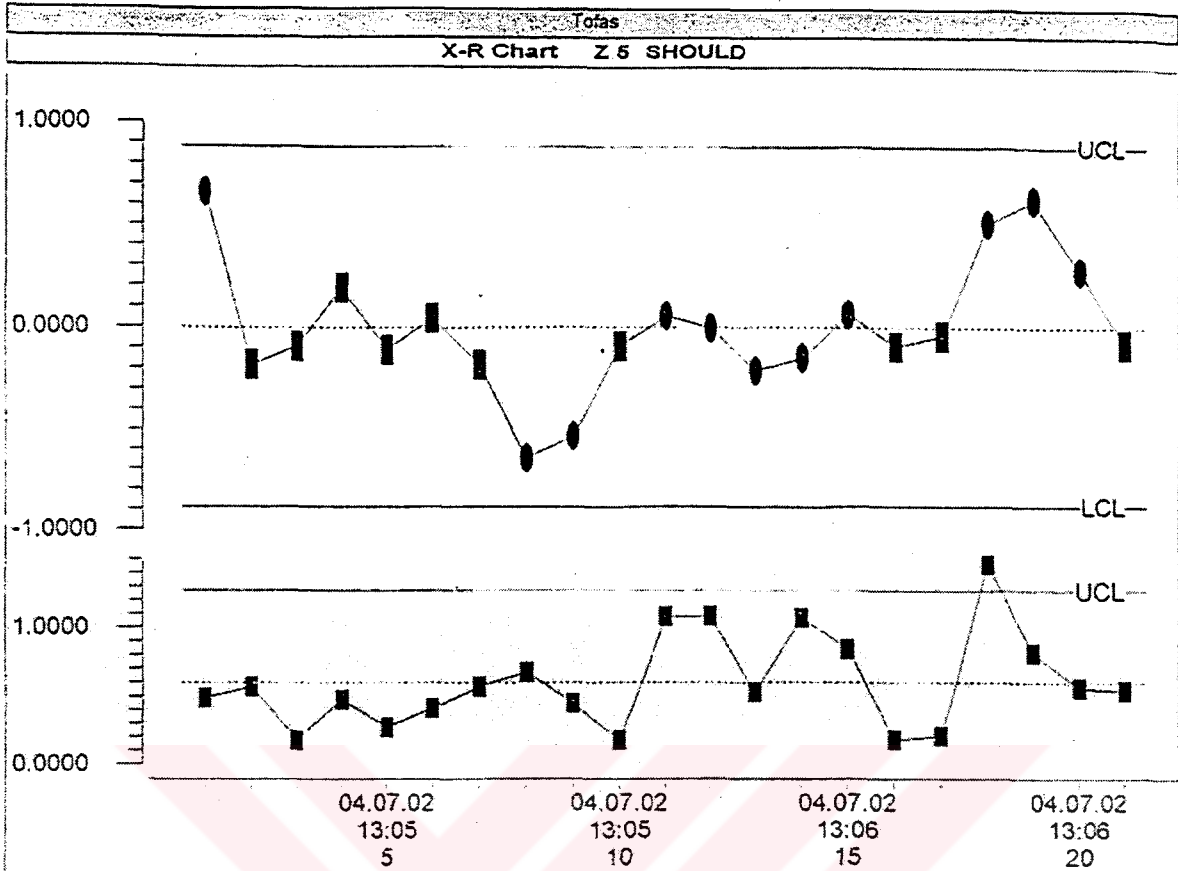
Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 1.24180	Calcs based on XR	■ In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 1.00000	σ = 0.22564	□ Out of control (OC)
Process stable	$\bar{X}+3\sigma$ = 1.17786	R = 0.52485	◆ Out of specification (OS)
C_p = 1.47725	\bar{X} = 0.50093	s = 0.21765	○ Ignored/excluded (EX)
C_{pk} = 0.73725	$\bar{X}-3\sigma$ = -0.17600	UCLX = 1.21963	◊ Filtered (FL)
Process Not Capable	LSL = -1.00000	LCLX = -0.21777	
	Lo Sample = -0.28120	UCLR = 1.10953	
		LCLR = 0.00000	

PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GOGUS SACI	B		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:38:07



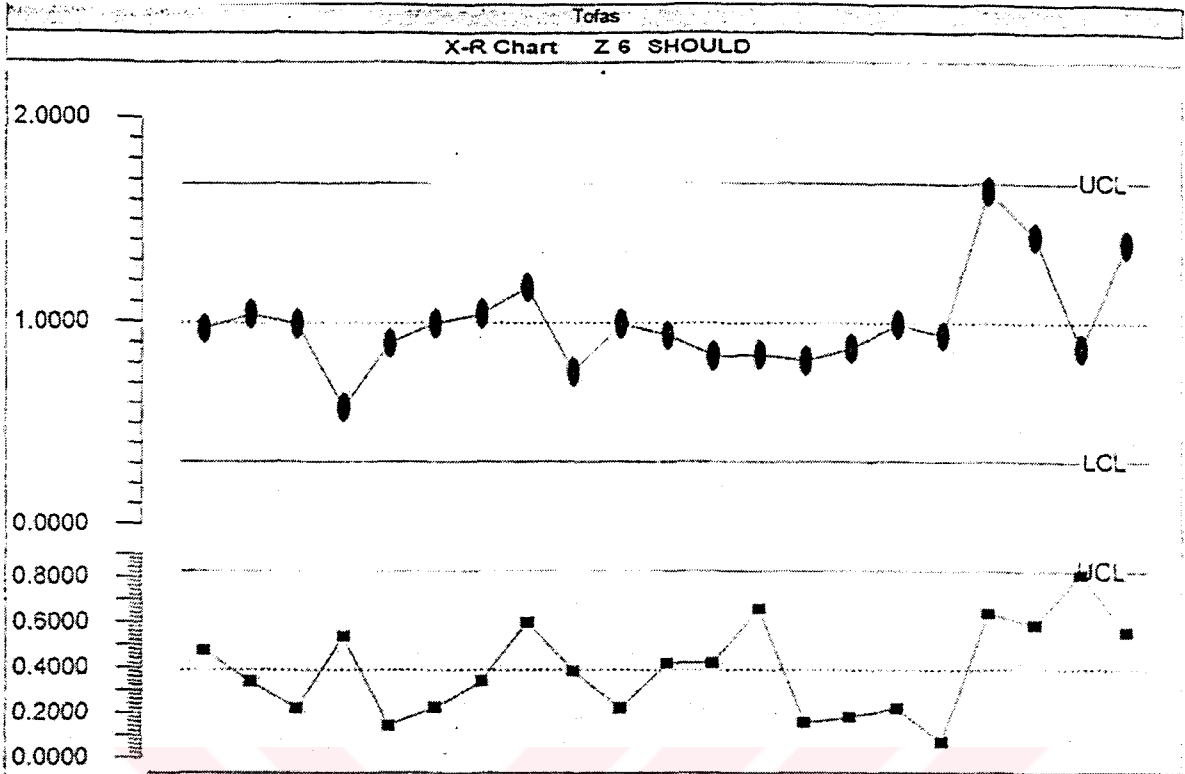
Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 0.39160	Calcs based on XR	■ In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 1.00000	\bar{p} = 0.16524	▲ Out of control (OC)
Process stable	$X+3\sigma$ = 0.39478	R = 0.38434	■ Out of specification (OS)
C_p = 2.01730	X = -0.10094	s = 0.15560	□ Ignored/excluded (EX)
C_{pk} = 1.81368	$X-3\sigma$ = -0.59665	UCLX = 0.24929	◆ Filtered (FL)
Process is Capable	LSL = -1.00000	LCLX = -0.45117	
	Lo Sample = -0.63620	UCLR = 0.81250	
		LCLR = 0.00000	

PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GOGUS SACI	B		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:38:01
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Limited				4



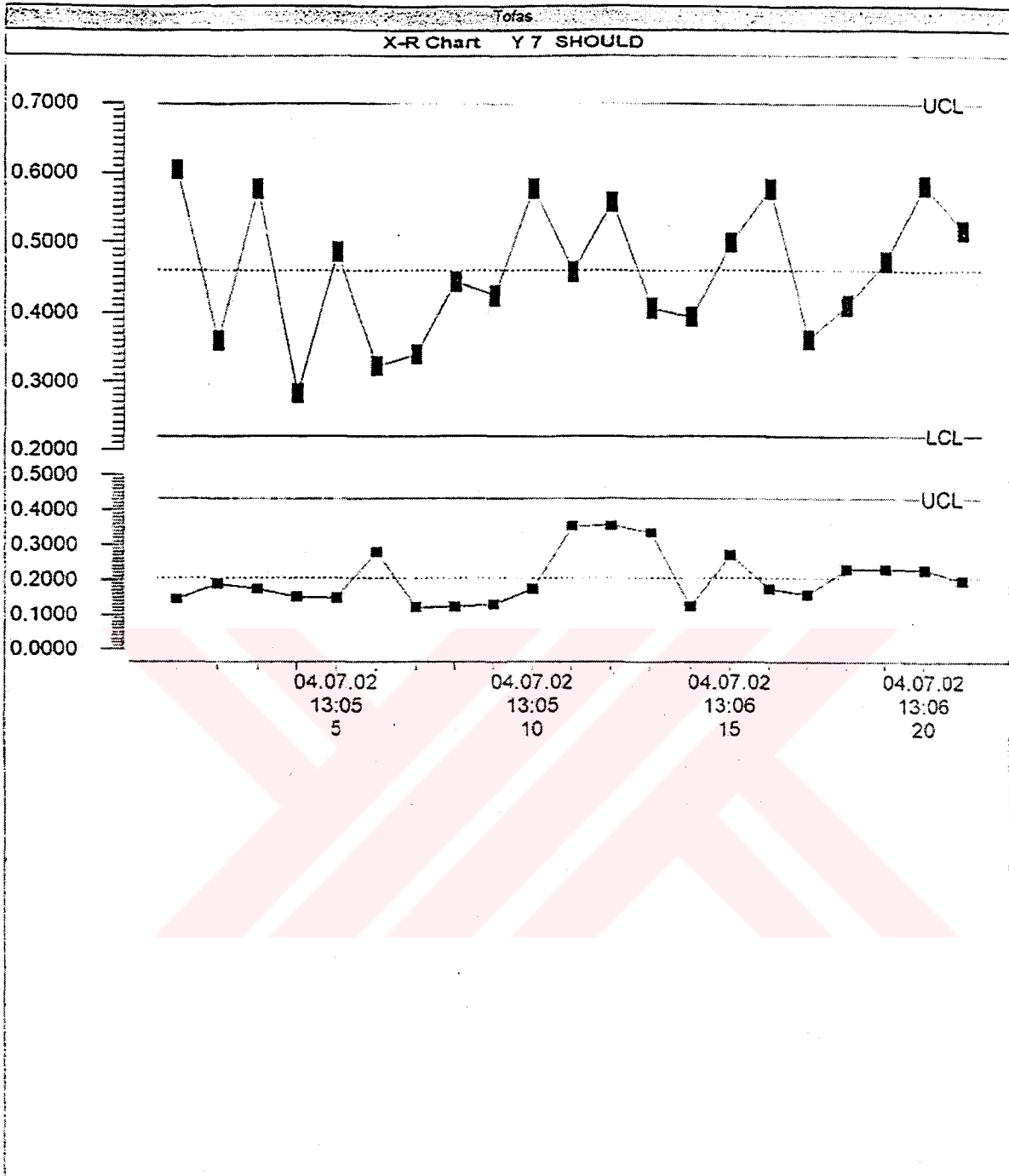
Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 1.11700	Calcs based on XR	■ In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 0.50000	σ = 0.25863	□ Out of control (OC)
Process stable	X+3 σ = 0.77460	R = 0.60157	▲ Out of specification (OS)
Cp = 0.64443	X = -0.00128	s = 0.24212	▬ Ignored/excluded (EX)
Cpk = 0.64278	X-3 σ = -0.77716	UCLX = 0.88372	◆ Filtered (FL)
Process Not Capable	LSL = -0.50000	LCLX = -0.88629	
	Lo Sample = -1.12690	UCLR = 1.27171	
		LCLR = 0.00000	

PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GOGUS SAGI	8		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:38:01
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Limited				5



Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 1.86630	Calcs based on XR	■ In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 0.50000	σ = 0.16764	□ Out of control (OC)
Process stable	$X+3\sigma$ = 1.50013	R = 0.38993	● Out of specification (OS)
Cp = 0.99419	X = 0.99720	s = 0.15849	○ Ignored/excluded (EX)
Cpk = -0.98862	$X-3\sigma$ = 0.49428	UCLX = 1.68213	◆ Filtered (FL)
Process Not Capable	LSL = -0.50000	LCLX = 0.31227	
	Lo Sample = 0.33130	UCLR = 0.82432	
		LCLR = 0.00000	

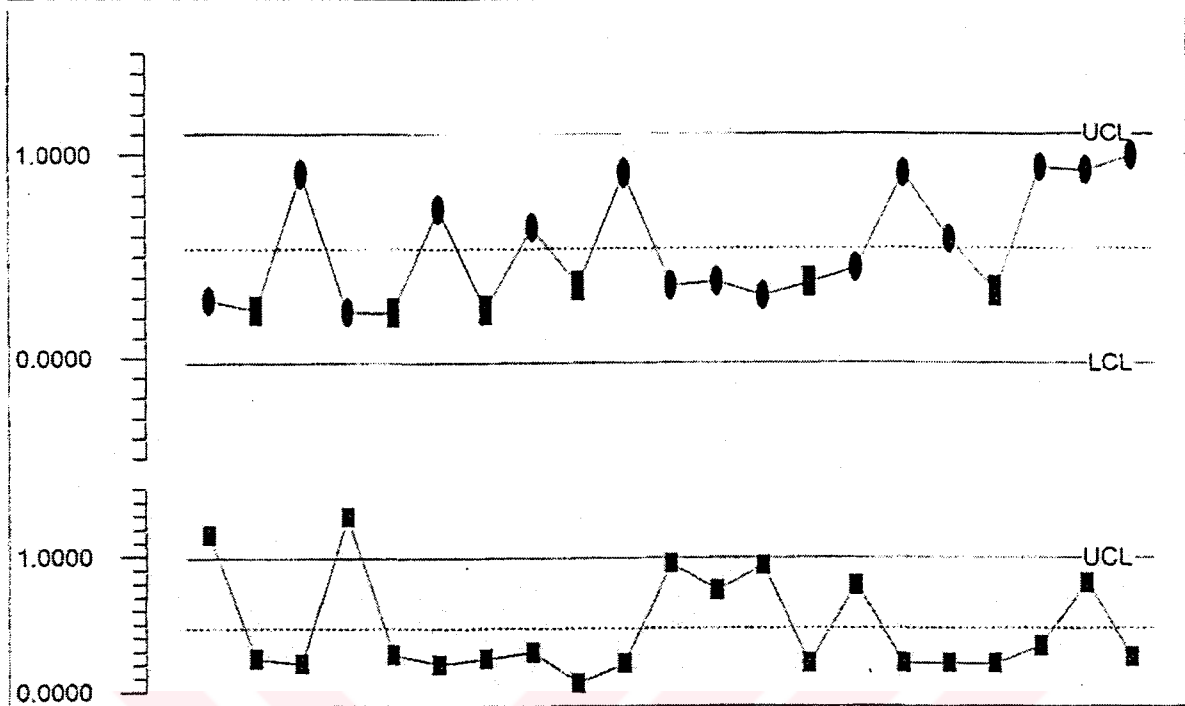
PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GOGUS SACI	8		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:39:01
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Ltd/tec				6



Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 0.72400	Caics based on XR	■ In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 1.00000	σ = 0.08800	▲ Out of control (OC)
Process stable	X+3 σ = 0.72377	R = 0.20469	■ Out of specification (OS)
Cp = 3.78783	X = 0.45977	s = 0.08359	□ Ignored/excluded (EX)
Cpk = 2.04630	X-3 σ = 0.19577	UCLX = 0.69940	◆ Filtered (FL)
Process is Capable	LSL = -1.00000	LCLX = 0.22014	
	Lo Sample = 0.14210	UCLR = 0.43272	
		LCLR = 0.00000	

PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GOGUS SAGI	8		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:38:01

Tofas
X-R Chart Z 8 SHOULD



04.07.02 13:05 5 04.07.02 13:05 10 04.07.02 13:06 15 04.07.02 13:06 20

Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 1.51700	Calcs based on XR	■ - In control (IC)
Ignored/filtered 0	USL = 0.50000	σ = 0.20087	▲ - Out of control (OC)
Process stable	$X+3\sigma$ = 1.14023	R = 0.46721	● - Out of specification (OS)
C_p = 0.82974	\bar{X} = 0.53763	s = 0.19219	□ - Ignored/excluded (EX)
C_{pk} = -0.06245	$X-3\sigma$ = -0.06497	UCLX = 1.10334	◆ - Filtered (FL)
Process Not Capable	LSL = -0.50000	LCLX = -0.02808	
	Lo Sample = -0.29700	UCLR = 0.98769	
		LCLR = 0.00000	

PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GOGUS SACI	B		CP-CPK
Printed On	Date		Time	13:38:01
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Limited				
				8



EK 9

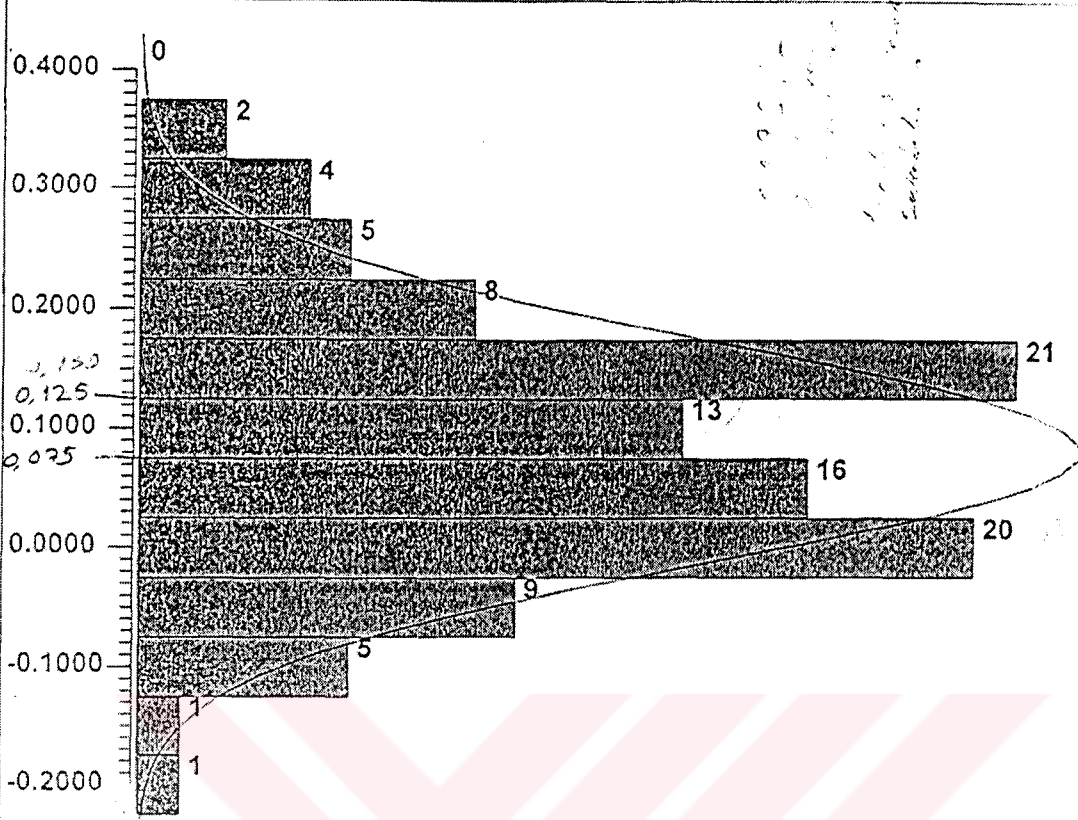
	1.NOKTA	2.NOKTA	3.NOKTA	4.NOKTA	5.NOKTA	6.NOKTA	7.NOKTA	8.NOKTA
1.PARÇA	-0.1177	-0.9221	0.287	-0.3204	0.5708	1.1604	0.6293	-0.0359
2.PARÇA	-0.0007	-0.9677	0.8337	-0.1938	0.3584	1.185	0.5232	-0.0239
3.PARÇA	-0.0917	-0.9321	0.6491	-0.4191	0.7893	0.8894	0.5444	0.0306
4.PARÇA	-0.1137	-0.8635	0.3229	-0.3153	0.7418	0.7084	0.6685	1.1223
5.PARÇA	-0.1317	-1.0378	0.3702	-0.3699	0.849	0.8809	0.6584	0.3373
6.PARÇA	0.0043	-0.9361	0.2197	-0.1547	0.1803	0.8939	0.4018	0.4055
7.PARÇA	0.1513	-0.8427	0.5348	0.18	-0.387	1.2074	0.3066	0.1936
8.PARÇA	0.2073	-0.9144	0.5628	0.1167	-0.1618	0.8746	0.2807	0.255
9.PARÇA	0.0293	-0.8412	0.1422	-0.0405	-0.1611	1.2137	0.4699	0.1674
10.PARÇA	0.1253	-0.7799	0.4252	0.164	-0.3905	1.0016	0.3396	0.1608
11.PARÇA	0.1305	-0.6807	0.5125	-0.0654	-0.0524	1.1069	0.5135	0.9343
12.PARÇA	-0.0555	-0.5229	0.7041	-0.0145	-0.004	0.9669	0.6875	0.9784
13.PARÇA	0.1745	-0.7034	0.5486	-0.0033	-0.1778	1.0495	0.5174	0.7722
14.PARÇA	0.0645	-0.6921	0.5806	-0.0448	-0.0631	0.8864	0.5736	0.8769
15.PARÇA	0.0115	-0.7448	0.5925	0.017	-0.1809	0.9408	0.5946	0.9786
16.PARÇA	0.0742	-0.8969	0.1486	-0.268	0.3029	0.3313	0.3093	0.4933
17.PARÇA	-0.0728	-0.97	-0.2139	-0.3444	0.4817	0.868	0.3864	0.9946
18.PARÇA	0.0482	-1.057	0.3173	0.0449	0.1095	0.795	0.2402	0.2353
19.PARÇA	-0.0628	-0.4447	-0.2812	-0.2946	0.0397	0.4377	0.2441	-0.297
20.PARÇA	-0.0318	-0.4743	-0.2371	-0.2672	0.0046	0.4555	0.235	-0.2825
21.PARÇA	-0.0206	-1.0842	0.2373	-0.0647	-0.0707	0.9662	0.4755	0.0988
22.PARÇA	-0.0106	-0.9715	0.3529	-0.1086	-0.0509	0.9488	0.4305	0.0926
23.PARÇA	0.0303	-1.0925	0.452	0.0886	-0.291	0.8246	0.4393	0.3702
24.PARÇA	-0.1206	-1.1503	0.0481	-0.1957	-0.0212	0.8615	0.5787	0.3506
25.PARÇA	-0.0606	-1.0798	0.0794	-0.0657	-0.1384	0.8746	0.5054	0.215
26.PARÇA	0.3304	-0.6135	1.2355	0.2092	-0.1853	0.9956	0.1421	0.6899
27.PARÇA	0.1815	-0.5707	0.8329	0.0032	-0.0211	0.887	0.2773	0.6489
28.PARÇA	-0.0095	-0.5867	0.5899	-0.2611	0.1789	1.0622	0.3844	0.8491
29.PARÇA	-0.0075	-0.6622	0.5037	-0.2827	0.2285	0.9176	0.4226	0.7778
30.PARÇA	0.0315	-0.6118	0.7556	-0.0933	0.0065	1.1117	0.3885	0.7034
31.PARÇA	0.0043	-0.9361	0.2197	-0.1547	0.1803	0.8939	0.4018	0.4055
32.PARÇA	0.1513	-0.8427	0.5348	0.18	-0.387	1.2074	0.3066	0.1936
33.PARÇA	0.2073	-0.9144	0.5628	0.1167	-0.1618	0.8746	0.2807	0.255
34.PARÇA	0.0293	-0.8412	0.1422	-0.0405	-0.1611	1.2137	0.3699	0.1674
35.PARÇA	0.1253	-0.7799	0.4252	0.164	-0.3905	1.0016	0.3396	0.1608
36.PARÇA	0.2475	-0.8897	0.7514	0.0761	-0.5559	1.1381	0.3893	0.5584
37.PARÇA	0.2795	-0.8912	0.7921	0.0533	-0.4496	1.5159	0.3995	0.676
38.PARÇA	0.3005	-0.4805	1.2147	0.3916	-1.1269	1.2719	0.4055	0.6764
39.PARÇA	0.1705	-0.0834	0.9014	-0.027	-0.5704	0.9994	0.5097	0.7952
40.PARÇA	0.1195	-0.9285	1.2418	-0.0889	-0.5235	0.9177	0.5127	0.5049
41.PARÇA	0.1775	-0.9454	0.4832	0.062	-0.7091	0.9184	0.4174	0.3773
42.PARÇA	0.1505	-0.9732	0.4699	0.014	-0.5628	0.6345	0.3995	0.3219
43.PARÇA	0.1785	-0.9001	0.4696	0.0816	-0.6854	0.8575	0.3673	0.3544
44.PARÇA	0.0195	-0.9612	0.1388	-0.118	-0.4591	0.5339	0.4967	0.3448
45.PARÇA	0.1115	-0.8264	0.1971	-0.1599	-0.2617	0.8265	0.4347	0.383
46.PARÇA	0.1305	-0.6807	0.5125	-0.0654	-0.0524	1.1069	0.5135	0.9343
47.PARÇA	-0.0555	-0.5229	0.7041	-0.0145	-0.004	0.9669	0.6875	0.9784
48.PARÇA	0.1745	-0.7034	0.5486	-0.0033	-0.1778	1.0495	0.5174	0.7722
49.PARÇA	0.0645	-0.6921	0.5806	-0.0448	-0.0631	0.8864	0.5736	0.8769
50.PARÇA	0.0115	-0.7448	0.5925	0.017	-0.1809	0.9408	0.5946	0.9786
51.PARÇA	-0.0917	-0.9321	0.6491	-0.4191	0.7893	0.8894	0.5444	0.0306
52.PARÇA	0.0293	-0.8412	0.1422	-0.0405	-0.1611	1.2137	0.4699	0.1674
53.PARÇA	0.0115	-0.7448	0.5925	0.017	-0.1809	0.9408	0.5946	0.9786
54.PARÇA	0.0482	-1.057	0.3173	0.0449	0.1095	0.795	0.2402	0.2353
55.PARÇA	0.0303	-1.0925	0.452	0.0886	-0.291	0.8246	0.4393	0.3702

	1.NOKTA	2.NOKTA	3.NOKTA	4.NOKTA	5.NOKTA	6.NOKTA	7.NOKTA	8.NOKTA
56.PARÇA	-0.1917	-0.8321	0.5491	-0.3191	0.6893	0.7894	0.6444	0.1306
57.PARÇA	0.1293	-0.7412	0.2422	-0.1405	-0.2611	1.1137	0.5699	0.2674
58.PARÇA	0.1115	-0.6448	-0.6925	0.117	-0.2809	0.8408	0.6946	0.8786
59.PARÇA	0.1482	-1.157	0.2173	0.1449	0.2095	0.695	0.5402	0.3353
60.PARÇA	0.1303	-0.8925	0.352	0.1886	-0.391	0.7246	0.3393	0.2702
61.PARÇA	-0.0318	-0.4743	-0.2371	-0.2672	0.0046	0.4555	0.235	-0.2825
62.PARÇA	0.1815	-0.5707	0.8329	0.0032	-0.0211	0.887	0.2773	0.6489
63.PARÇA	0.1195	-0.9285	1.2418	-0.0889	-0.5235	0.9177	0.5127	0.5049
64.PARÇA	0.1115	-0.8264	0.1971	-0.1599	-0.2617	0.8265	0.4347	0.383
65.PARÇA	0.1293	-0.7412	0.2422	-0.1405	-0.2611	1.1137	0.5699	0.2674
66.PARÇA	0.0752	-0.7944	0.6453	-0.1125	-0.2172	0.7077	0.3868	0.3824
67.PARÇA	0.0872	-0.715	0.611	-0.0002	-0.5071	0.8515	0.3758	0.3844
68.PARÇA	0.1752	-0.7326	0.8574	0.0229	-0.2977	0.8598	0.3227	0.3943
69.PARÇA	0.0222	-0.5142	0.3032	-0.583	0.5613	0.7697	0.4468	0.2476
70.PARÇA	0.0292	-0.6287	0.5369	-0.1236	-0.295	0.8641	0.4378	0.4541
71.PARÇA	-0.0106	-0.9715	0.3529	-0.1086	-0.0509	0.9488	0.4305	0.0926
72.PARÇA	-0.0606	-1.0798	0.0794	-0.0657	-0.1384	0.8746	0.5054	0.215
73.PARÇA	-0.0075	-0.6622	0.5037	-0.2827	0.2285	0.9176	0.4226	0.7778
74.PARÇA	0.1115	-0.6448	0.6925	0.117	-0.2809	0.8408	0.6946	0.8786
75.PARÇA	0.0222	-0.5142	0.3032	-0.583	0.5613	0.7697	0.4468	0.2476
76.PARÇA	0.1305	-0.6807	0.5125	-0.0654	-0.0524	1.1069	0.5135	0.9343
77.PARÇA	-0.0555	-0.5229	0.7041	-0.0145	-0.004	0.9669	0.6875	0.9784
78.PARÇA	0.1745	-0.7034	0.5486	-0.0033	-0.1778	1.0495	0.5174	0.7722
79.PARÇA	0.0645	-0.6921	0.5806	-0.0448	-0.0631	0.8864	0.5736	0.8769
80.PARÇA	0.0115	-0.7448	0.5925	0.017	-0.1809	0.9408	0.5946	0.9786
81.PARÇA	0.0674	-1.3964	0.4256	-0.1713	0.002	0.8994	0.3988	0.6732
82.PARÇA	0.1734	-1.1967	0.631	-0.0277	-0.1237	0.9639	0.3616	0.6039
83.PARÇA	0.0614	-1.2654	0.3578	-0.1599	0.0683	0.906	0.445	0.5561
84.PARÇA	0.2154	-1.2972	0.644	0.0089	-0.1369	0.9336	0.3128	0.626
85.PARÇA	0.2713	-1.1208	0.6633	-0.035	-0.0348	0.9707	0.2867	0.4658
86.PARÇA	-0.0162	-0.7502	0.3216	-0.6362	1.117	1.2287	0.4565	0.4156
87.PARÇA	0.1018	-0.6467	0.3027	-0.4815	0.7121	1.6646	0.4014	0.3019
88.PARÇA	0.3017	-0.6057	1.215	0.292	-0.3475	1.8663	0.2872	0.3623
89.PARÇA	0.0008	-0.5286	0.657	-0.3614	0.7088	1.6392	0.5177	0.3484
90.PARÇA	0.1268	-0.7117	0.8325	-0.1545	0.3714	1.8378	0.3895	0.2118
91.PARÇA	0.2568	-0.73	0.8928	-0.196	0.688	1.3122	0.4046	0.9323
92.PARÇA	0.1048	-0.8133	0.4946	-0.5144	0.8485	1.3197	0.5668	1.056
93.PARÇA	0.2708	-0.7273	0.8446	-0.1497	0.4772	1.5026	0.3361	0.8634
94.PARÇA	0.1708	-0.7694	0.5705	-0.5171	0.9657	1.1908	0.5276	1.0847
95.PARÇA	0.0928	-0.8371	0.5354	-0.2193	0.152	1.7766	0.5315	0.7492
96.PARÇA	0.1746	-1.216	0.7292	-0.1421	0.1569	0.8617	0.5527	0.714
97.PARÇA	0.2826	-0.9128	0.8713	0.0878	-0.0452	1.3744	0.5338	1.517
98.PARÇA	-0.0083	-1.3337	0.1056	-0.5198	0.5167	0.5674	0.724	0.853
99.PARÇA	0.2456	-1.2656	0.6931	-0.1977	0.2934	0.82	0.4947	0.7491
100.PARÇA	0.0757	-1.2817	0.4058	-0.3886	0.4603	0.7214	0.607	0.7718
101.PARÇA	0.3276	-1.044	0.7073	0.1729	-0.4352	1.6653	0.3804	0.9028
102.PARÇA	0.0077	-1.2617	0.5001	-0.0655	-0.113	1.3111	0.5757	0.9894
103.PARÇA	0.0887	-1.1499	0.5675	-0.1167	-0.0143	1.1115	0.5789	1.1571
104.PARÇA	0.0587	-1.1036	0.5054	-0.1851	0.1048	1.3344	0.5477	0.9161
105.PARÇA	0.1327	-0.6036	0.2272	-0.1938	0.0363	1.4861	0.5086	1.0214



EK 10

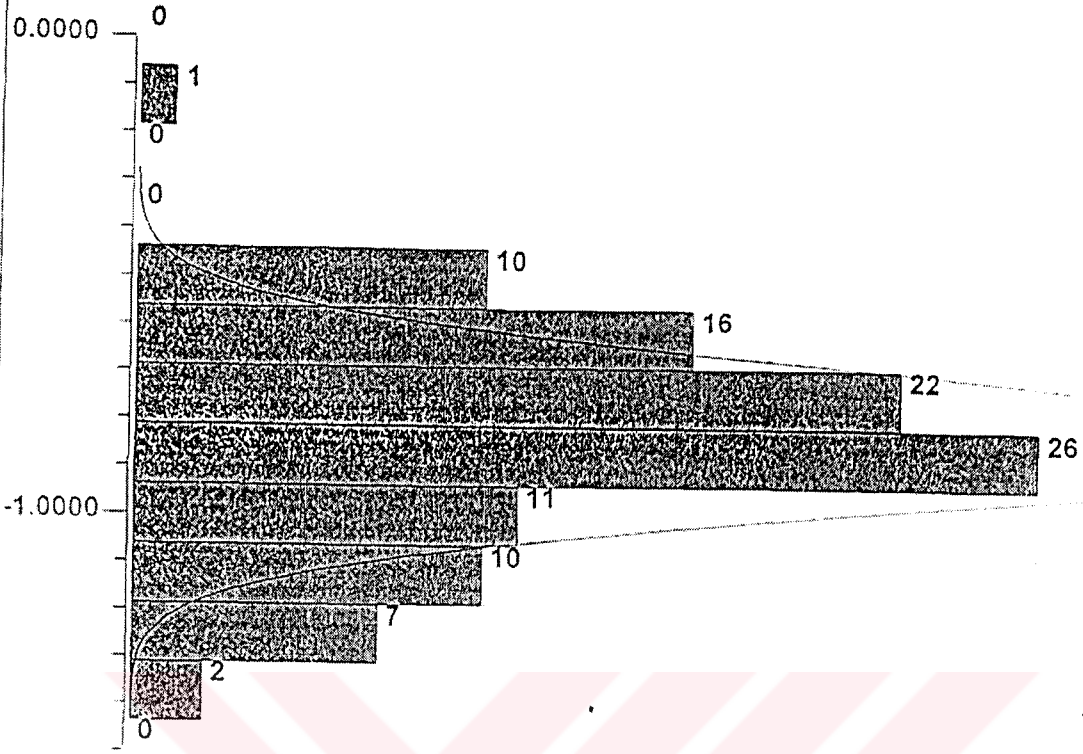
10:13
Distribution of X Chart X 1 SHOULD



Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 0.33040	Calcs based on XR	Skewness = 0.121
Ignored/filtered 0	USL = 1.00000	σ = 0.09294	Kurtosis = 2.554
Process stable	X+4 σ = 0.45275	R = 0.21617	Subgroup size 5
Cp = 3.58666	X+3 σ = 0.35981	s = 0.08867	Total no. samples 105
Cpk = 3.29614	X = 0.08100	Assume Distribution fits	
Process is Capable	X-3 σ = -0.19781		
	X-4 σ = -0.29075		
	LSL = -1.00000		
	Lo Sample = -0.19170		

PARÇANO	PARÇAYADIMI	VARDIYA	OP. NO.	YETENEK
ON GÖĞÜS SACI	B			CP-CPK
Printed On	Date	Time		13:47:48

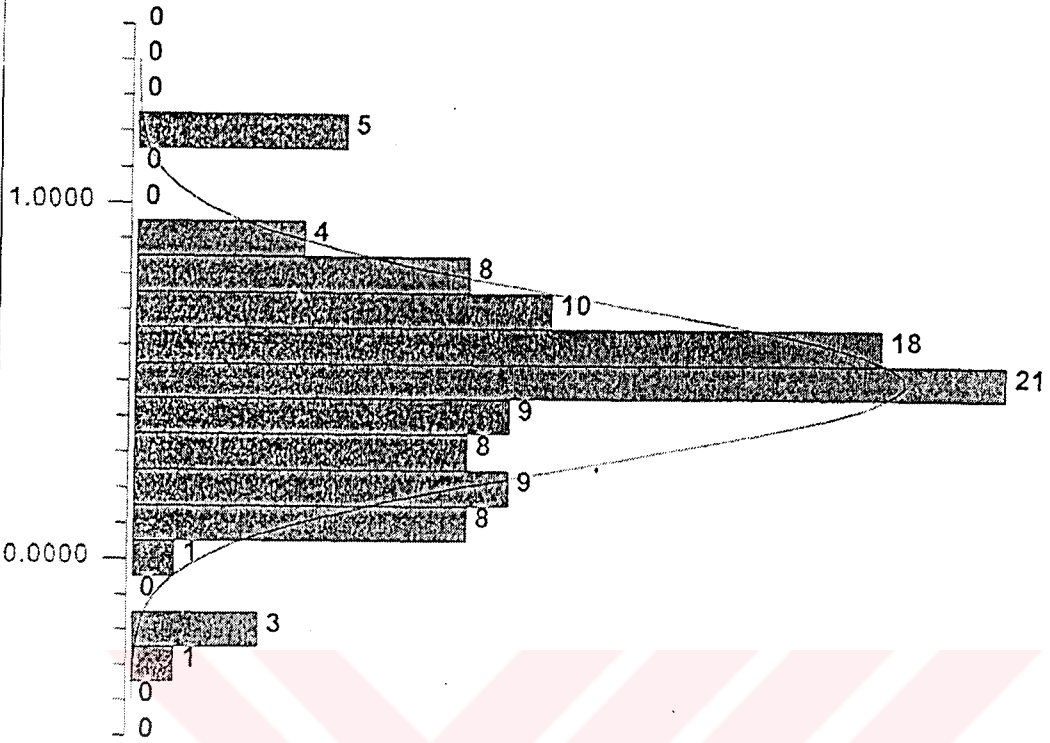
Distribution of X Chart Z 2 SHOULD



Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = -0.08340	Calcs based on XR	Skewness = -0.075
Ignored/filtered 0	USL = 0.50000	σ = 0.14070	Kurtosis = 3.098
Process stable	X+4 σ = -0.27368	R = 0.32728	Subgroup size 5
Cp = 1.18452	X+3 σ = -0.41438	s = 0.13302	Total no. samples 105
Cpk = -0.79717	X = -0.83650	Assume Distribution fits	
Process Not Capable	X-3 σ = -1.25861		
	X-4 σ = -1.39931		
	LSL = -0.50000		
	Lo Sample = -1.39640		

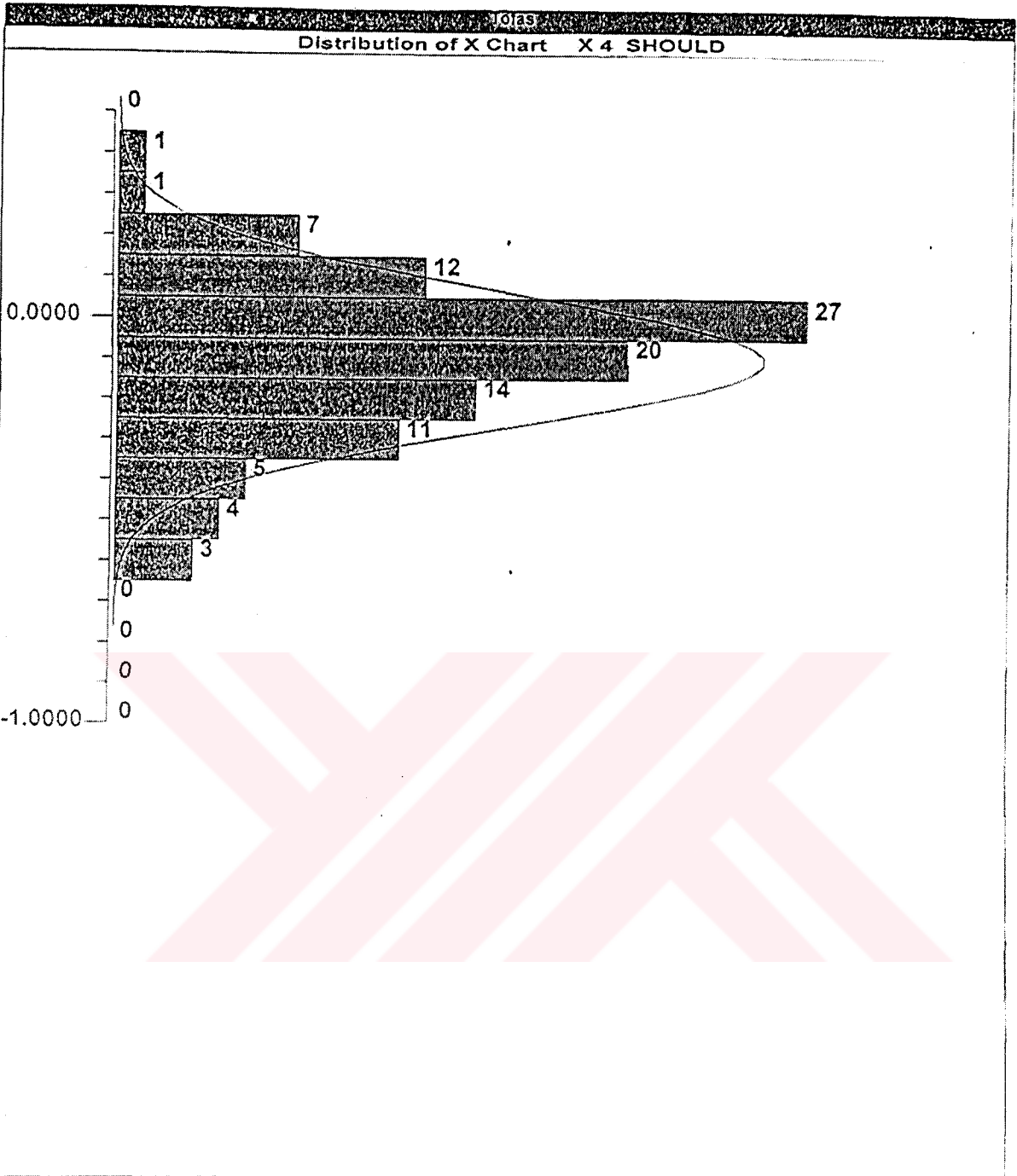
PARÇANO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
Printed On	ON GÖĞÜS SACL	B		CP-CPK
Date		Time		13:47:48

Totals
Distribution of X Chart Y 3 SHOULD



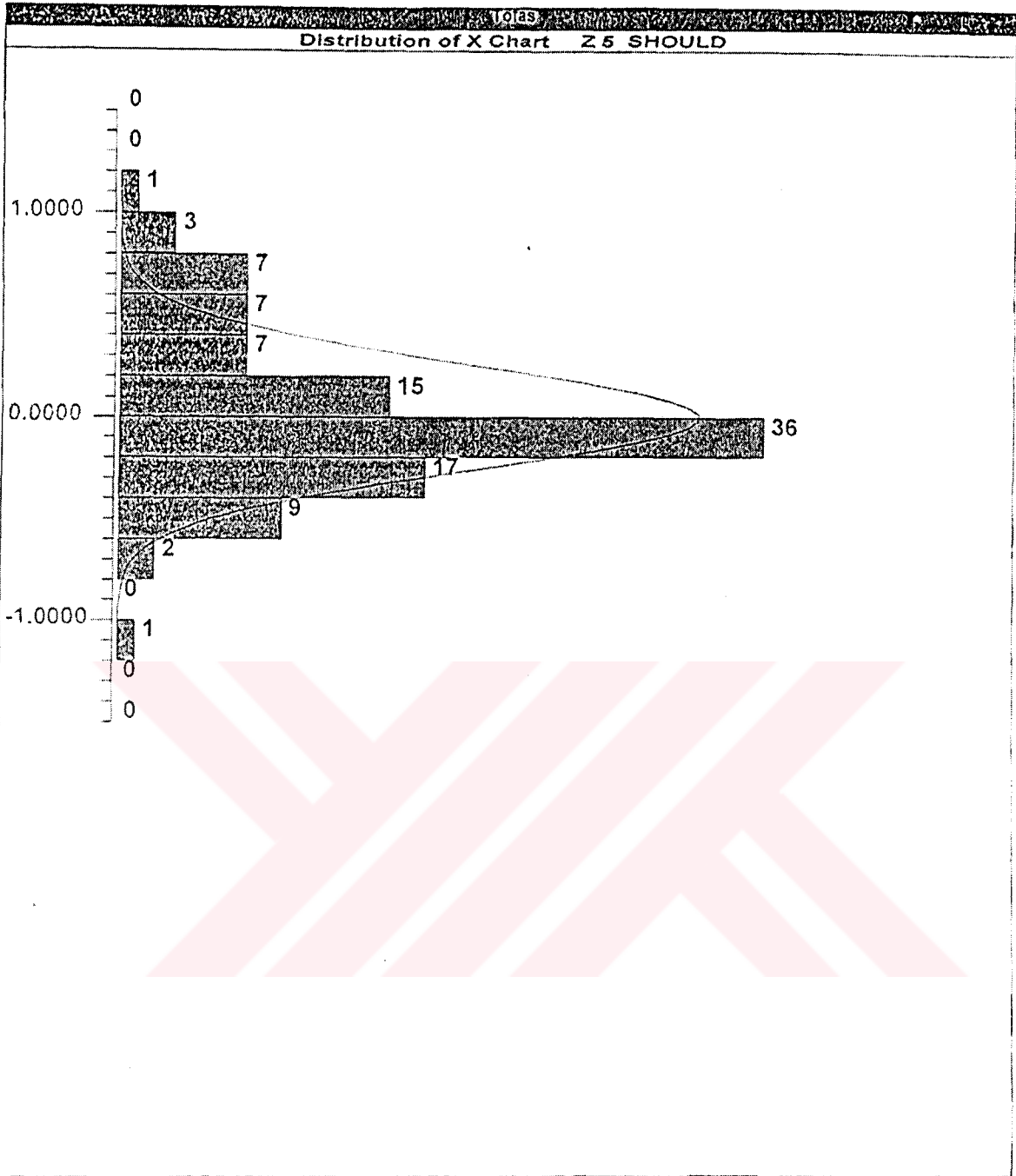
Subgroups analysed	1-21 Hi Sample	= 1.24180	Calcs based on XR	Skewness	= 0.017
Ignored/filtered	0	USL = 1.00000	σ = 0.22564	Kurtosis	= 3.699
Process stable	X+4 σ	= 1.40351	R = 0.52485	Subgroup size	5
Cp	= 1.47725	X+3 σ = 1.17786	s = 0.21765	Total no. samples	105
Cpk	= 0.73725	X = 0.50093	Assume Distribution fits		
Process Not Capable	X-3 σ	= -0.17600			
	X-4 σ	= -0.40164			
	LSL	= -1.00000			
	Lo Sample	= -0.28120			

PARCANO	PARCAADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ONGOGUS SAGI	B		CP-CPK
Printed On	Date	Time		13:47:48



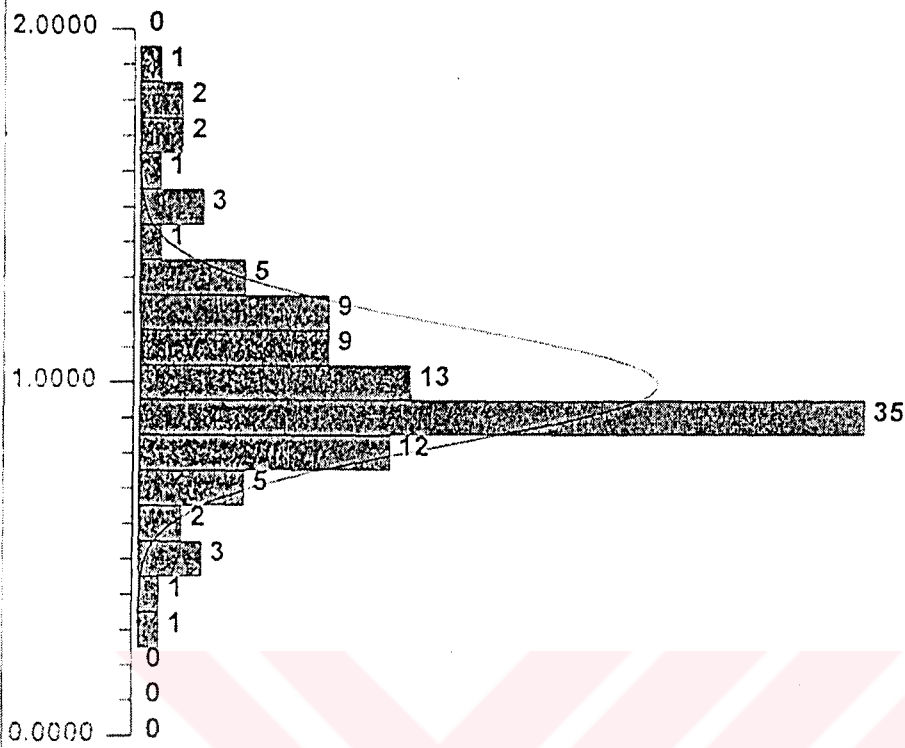
Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 0.39160	Calcs based on XR	Skewness = -0.502
Ignored/filtered 0	USL = 1.00000	σ = 0.16524	Kurtosis = 3.188
Process stable	$X+4\sigma$ = 0.56001	R = 0.38434	Subgroup size 5
C_p = 2.01730	$X+3\sigma$ = 0.39478	s = 0.15560	Total no. samples 105
C_{pk} = 1.81368	X = -0.10094	Assume Distribution fits	
Process is Capable	$X-3\sigma$ = -0.59665		
	$X-4\sigma$ = -0.76189		
	LSL = -1.00000		
	Lo Sample = -0.63620		

PARCAINO	PARCA ADI	VARDIYA	OPINO	YETENEK
	ON GOGUS SAGI	B		CP-CPK
Printed On	Date	Time		13:47:48



Subgroups analysed	1-21	Hr Sample	= 1.11700	Calcs based on XR	Skewness	= 0.521	
Ignored/filtered	0	USL	= 0.50000	\bar{x}	= 0.25863	Kurtosis	= 3.276
Process stable		$X+4\sigma$	= 1.03323	R	= 0.60157	Subgroup size	5
Cp	= 0.64443	$X+3\sigma$	= 0.77460	s	= 0.24212	Total no. samples	105
Cpk	= 0.64278	X	= -0.00128	Assume Distribution fits			
Process Not Capable		$X-3\sigma$	= -0.77716				
		$X-4\sigma$	= -1.03579				
		LSL	= -0.50000				
		Lo Sample	= -1.12690				

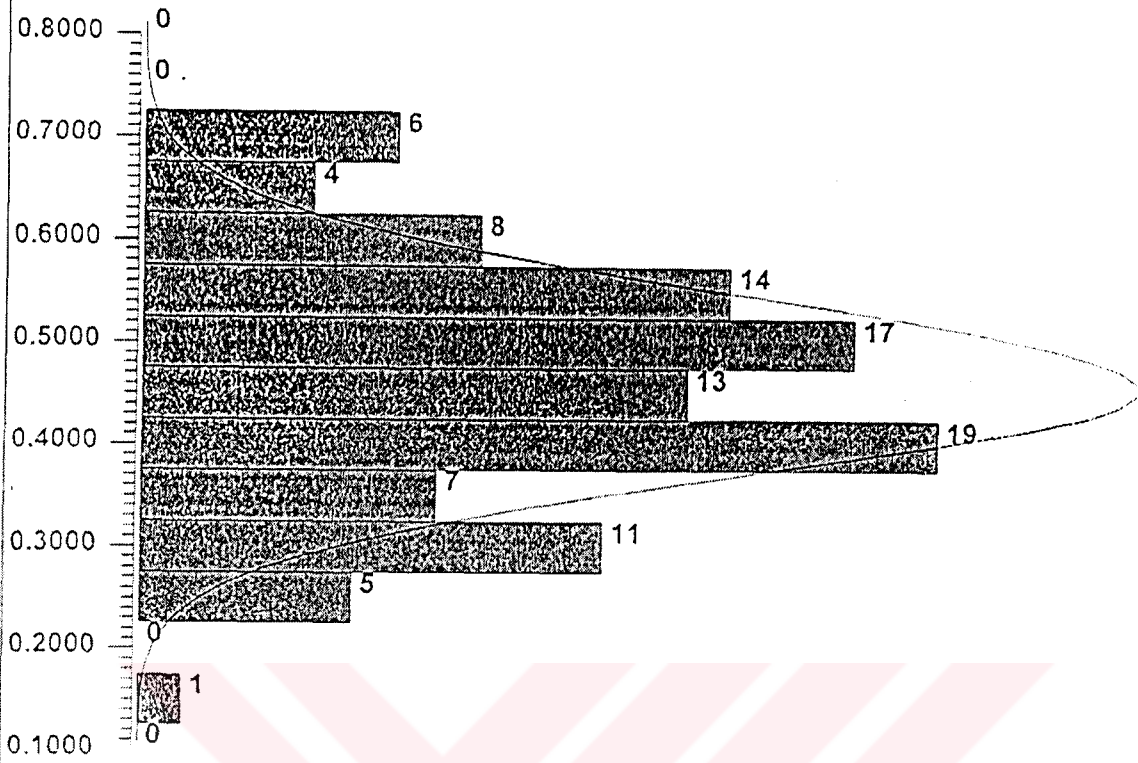
10189
Distribution of X Chart Z 6 SHOULD



Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 1.86630	Calcs based on XR	Skewness = 0.840
Ignored/filtered 0	USL = 0.50000	σ = 0.16764	Kurtosis = 4.276
Process stable	$X+4\sigma$ = 1.66777	R = 0.38993	Subgroup size 5
Cp = 0.99419	$X+3\sigma$ = 1.50013	s = 0.15849	Total no. samples 105
Cpk = -0.98862	X = 0.99720	Assume Distribution fits	
Process Not Capable	$X-3\sigma$ = 0.49428		
	$X-4\sigma$ = 0.32664		
	LSL = -0.50000		
	Lo Sample = 0.33130		

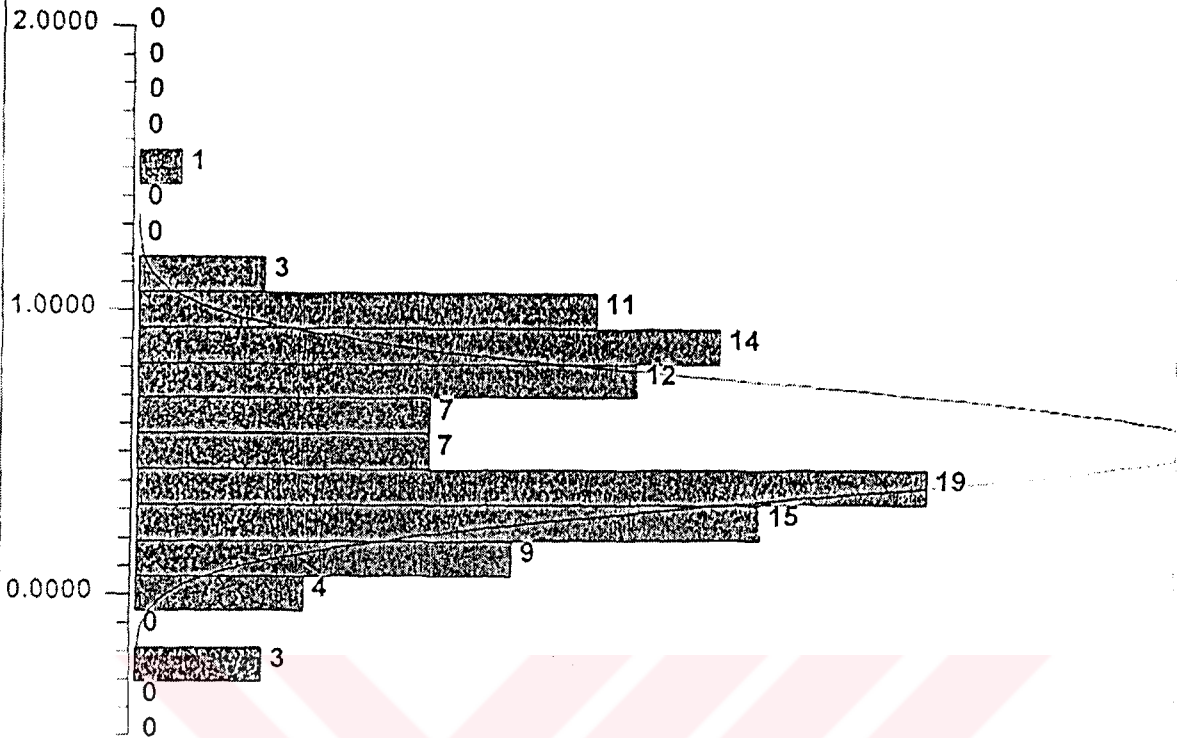
PARCAINO	PARCAADI	VARDIYA	OP.NO	YETENEK
	ONGOGUS SAGI	B		CP-CPK
Printed On	Date	Time		13:47:48
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Limited				16

Distribution of X Chart Y 7 SHOULD



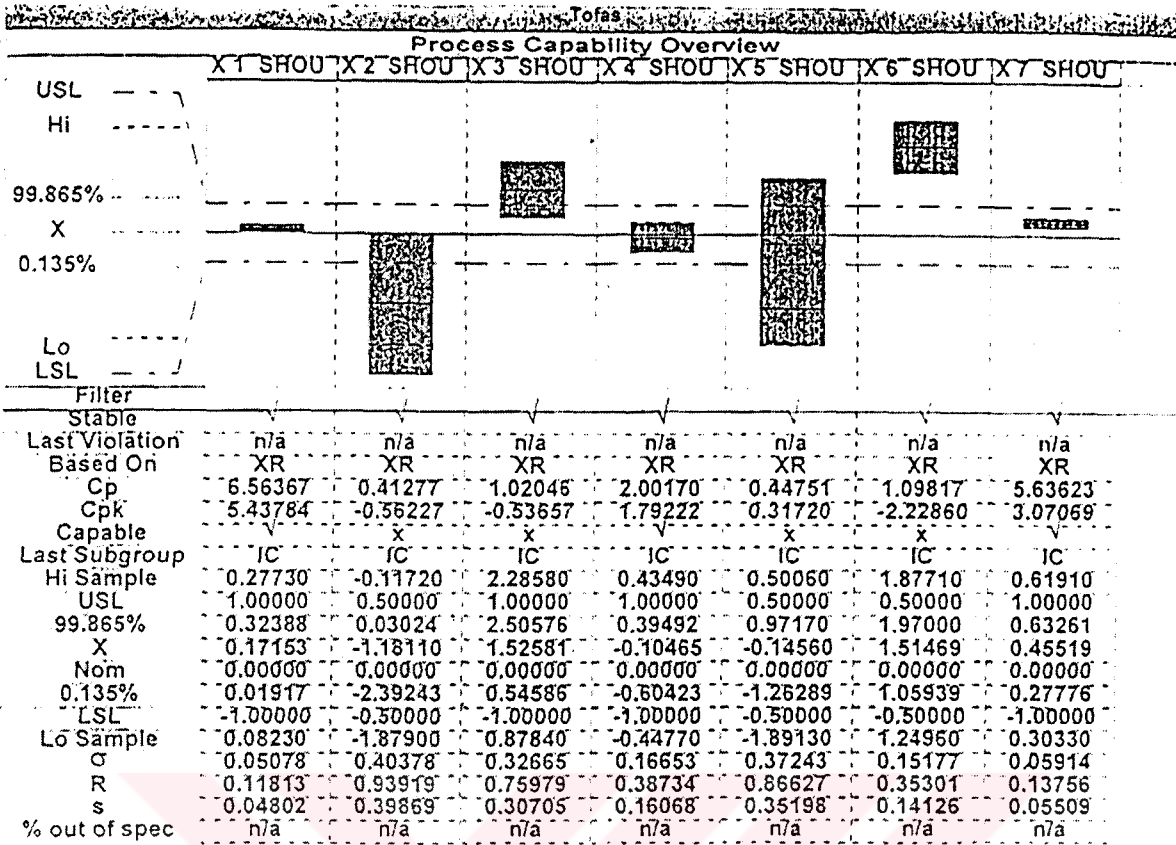
Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 0.72400	Calcs based on XR	Skewness = -0.052
Ignored/filtered 0	USL = 1.00000	σ = 0.08800	Kurtosis = 2.427
Process stable	X+4 σ = 0.81177	R = 0.20469	Subgroup size 5
Cp = 3.78783	X+3 σ = 0.72377	s = 0.08359	Total no. samples 105
Cpk = 2.04630	X = 0.45977	Assume Distribution fits	
Process is Capable	X-3 σ = 0.19577		
	X-4 σ = 0.10777		
	LSL = -1.00000		
	Lo Sample = 0.14210		

10/83
Distribution of X Chart Z 8 SHOULD



Subgroups analysed 1-21	Hi Sample = 1.51700	Calcs based on XR	Skewness = -0.007
Ignored/filtered 0	USL = 0.50000	σ = 0.20087	Kurtosis = 2.417
Process stable	X+4 σ = 1.34109	R = 0.46721	Subgroup size 5
Cp = 0.82974	X+3 σ = 1.14023	s = 0.19219	Total no. samples 105
Cpk = -0.06245	X = 0.53763	Assume Distribution fits	
Process Not Capable	X-3 σ = -0.06497		
	X-4 σ = -0.26583		
	LSL = -0.50000		
	Lo Sample = -0.29700		

PARCAINO	PARCAADI	VARDIYA	OPINO	YETENEK
ON GOGUS SAGI	B			CP-CPK
Printed On	Date	Time		13:47:48



PARÇA NO	PARÇA ADI	VARDIYA	OP NO	YETENEK
	ON GÖĞÜS SADI	A	MAKYNE YETENEĞY	CM-CMK
Printed On	Date		Time	18:31:23
SPC-Light, version 3.20.0007, © 1990 - 1995 Lighthouse Systems Limited				



EK 11

		X1 SHOULD	Z2 SHOULD	Y3 SHOULD	X4 SHOULD	Z5 SHOULD	Y6 SHOULD	X7 SHOULD	Z8 SHOULD	
USL										
99.865%										
X										
0.135%										
LSL										
Filter										
Stable		V	V	V	V	V	V	V	V	
Last Violation		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Based On		XR	XR	XR	XR	XR	XR	XR	XR	
Cp		3.58666	1.47725	2.01730	0.64443	0.99419	3.78783	0.82974	0.82974	
Cpk		3.29614	0.73725	1.81368	0.64278	-0.98862	2.04630	-0.06245	-0.06245	
Capable		X	X	X	X	X	X	X	X	
Last Subgroup		IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	IC	
USL		1.00000	1.00000	1.00000	0.50000	0.50000	1.00000	0.50000	0.50000	
99.865%		0.35981	1.17786	0.39478	0.77460	1.50013	0.72377	1.14023	1.14023	
X		0.08100	0.50093	-0.10094	-0.00128	0.99720	0.45977	0.53763	0.53763	
Norm		0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	
0.135%		-0.19781	-0.17600	-0.59665	-0.77716	0.49428	0.19577	-0.06497	-0.06497	
LSL		-1.00000	-1.00000	-1.00000	-0.50000	-0.50000	-1.00000	-0.50000	-0.50000	
R		0.09294	0.14070	0.22564	0.16524	0.25863	0.16764	0.08800	0.20087	
S		0.21617	0.32728	0.52485	0.60157	0.38993	0.20469	0.46721	0.46721	
% out of spec		0.08867	0.13302	0.21765	0.24212	0.15849	0.08359	0.19219	0.19219	
		n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
PARÇA NO		PARÇA ADI				VARDIYA				OP NO
Printed On		ON GOGUS SACI				B				CP-CPK
		Date								Time
										13.22.59

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 01.05.1975

Doğum yeri İstanbul

Lise 1989-1992 Kabataş Erkek Lisesi

Lisans 1994-1999 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fak.
Makine Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2000-2003 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Müh. Anabilim Dalı, İmal Usulleri Programı

Çalıştığı kurum

2000-Devam ediyor YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi

