

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MODERN İMALAT SÜREÇLERİNDE BİLGİSAYAR
DESTEKLİ KALİTE YÖNETİMİ**

Makine Müh. Emre KIRIMTAY

**F.B.E Makine Mühendisliği Anabilim Dalı İmal Usulleri Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M.Numan DURAKBAŞA

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ÖNSÖZ.....	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KALİTE KONUSUNUN GELİŞİMİ.....	2
3. KALİTE TANIMLARI.....	3
3.1 Kalite Kontrolü.....	4
3.2 Kalite Güvencesi.....	4
4. KALİTE YÖNETİM FELSEFELERİ VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ.....	6
4.1 Juran Kalite Felsefesi.....	7
4.2 Deming Kalite Felsefesi.....	7
4.3 Crosby Kalite Felsefesi.....	8
4.4 Feigenbaum Kalite Felsefesi.....	8
4.5 Ishikawa Kalite Felsefesi.....	9
4.6 Taguchi Kalite Felsefesi.....	9
4.7 Toplam Kalite Yönetimi.....	9
5. İMALAT SÜREÇLERİNDE KALİTENİN ÖNEMİ VE SÜREÇ KONTROLÜ...	10
5.1 Süreç Kontrolü.....	11
5.1.1 Süreç Kontrolünde Kullanılan Yaklaşımlar.....	12
6. KALİTE YÖNETİMİNDE BİLGİSAYARLAR.....	14
6.1 Sinirsel Ağlar.....	15
6.2 Bulanık Mantık.....	17
6.3 Sinirsel Ağlar ve Bulanık Mantığın Kalite Kontrolünde Kullanımı.....	17
6.4 Bilgisayar Destekli Kalite Güvencesi.....	19
6.4.1 CAQ'nun Genel Yapısı.....	20
6.4.2 CAQ ile CAD Bağlantısı.....	21
7. METROLOJİNİN TASARIM VE KALİTE İLE İLİŞKİSİ.....	22

7.1	Görsel Kontrol.....	24
7.2	Lazerle Kontrol.....	25
7.3	Koordinat Ölçüm Cihazları(CMM)	26
7.3.1	Dikey Tip Koordinat Ölçüm Cihazı.....	27
7.3.1.1	Kolon Tipi Koordinat Ölçüm Cihazı.....	28
7.3.1.2	Sabit Köprülü Koordinat Ölçüm Cihazı.....	29
7.3.1.3	Hareketli Köprülü Koordinat Ölçüm Cihazı.....	29
7.3.2	Yatay Tip Koordinat Ölçüm Cihazları.....	30
7.3.2.1	Sabit Tablalı Koordinat Ölçüm Cihazı.....	30
7.3.2.2	Hareketli Tablalı Koordinat Ölçüm Cihazı.....	31
7.3.2.3	Hareketli Ram(Koç) Koordinat Ölçüm Cihazı.....	31
7.4	Ölçme Kolu.....	32
7.5	Ölçme Cihazlarında Kullanılan Prob Tipleri ve Ölçüm Yöntemleri.....	32
7.6	Ölçüm Cihazlarında Kullanılan Yazılımlar.....	34
8.	CAD İLE CMM BAĞLANTISI.....	38
8.1	Geometrik Boyutlandırma ve Toleranslar.....	40
8.1.1	Değiştirilebilir İmalatta İstatistiksel Toleranslandırma.....	43
9.	BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK SİSTEMLERİ.....	46
9.1	Boyutsal Ölçüm Arayüz Standardı.....	48
9.1.1	DMIS Ortamı.....	48
9.1.2	DMIS'in Genel Yapısı.....	49
9.2	Ürün Model Verisinin Değişimi için Standart.....	52
9.2.1	STEP Ortamında Uygulama Protokolü Yapıları.....	56
9.3	EXPRESS Veri Modelleme Dili.....	59
9.3.1	EXPRESS-G ile Grafıksel Gösterimde Tanım Sembolleri.....	61
9.3.1.1	Girdi Veri Tipi.....	62
9.3.1.2	Basit Veri Tipleri.....	62
9.3.1.3	Tanımlama Veri Tipi.....	63
9.3.1.4	Kurulu Veri Tipleri.....	64
9.3.1.5	Bağlantı Çizgileri.....	64
9.3.1.6	Farklı Bağlantı Yapıları.....	64
9.3.2	EXPRESS ve EXPRESS-G'nin Veri Modeli Karşılaştırması.....	65
10.	ÜÇ BOYUTLU GEOMETRİK BOYUTLANDIRMA VE EXPRESS-G İLE GRAFİKSEL GÖSTERİMİN DAİRESEL BİR PARÇA ÜZERİNE UYGULANMASI.....	68

10.1	Flanşların Kullanım Alanları ve Yapıları.....	68
10.2	Flanşın Üç Boyutlu Tasarımı.....	70
10.3	EXPRESS-G ile Grafikselleştirimin Tasarımı Yapılmış Parça Üzerinde Örneklenmesi.....	77
11.	SONUÇ.....	83
KAYNAKLAR.....		85
EK A.....		89
EK B.....		90
EK C.....		91
EK D.....		95
ÖZGEÇMİŞ.....		111

SİMGE LİSTESİ

\bar{x}	X-Şeması orta noktası
\bar{x}_n	n örneğinin sayısal değeri
\bar{x}_j	n büyüklüğündeki J örneğinin ortalaması
N	Ölçülebilir değerlerin toplam sayısı
σ_x	Standart sapma
\overline{AR}	n değeri için 3 standart sapmaya eşit değer
S_x	Örneklerden hesaplanan standart sapma
\bar{R}	R-Şeması orta çizgisi
R_N	n örneğinin sayısal değeri
\overline{BR}	B değişmezi için hesaplanan kontrol sınırı
\overline{CR}	C değişmezi için hesaplanan kontrol sınırı
S_R	Aralık şeması için standart sapma
P	Gerçek hata oranı
\bar{P}	Gerçek hata oranının kestirimi
S_p	Binom dağılımının standart sapması
\bar{C}	C-şeması orta çizgisi
C_j	n büyüklüğündeki j örneğinin ortalaması
S_c	Poisson dağılımı standart sapması
x	İstatistiksel dağılım
μ_x	İstatistiksel dağılımın ortalama değeri
$g(x)$	İstatistiksel dağılım fonksiyonu
σ_x^2	İstatistiksel dağılım değişimi
$F(y_i)$	y değerleri için lineer fonksiyon
μ_F	Lineer F fonksiyonunun ortalama değeri
σ_F^2	Lineer F fonksiyonunun değişimi
C_p	Süreç kapasite gösterge fonksiyonu
C_{pk}	Minimum süreç kapasite göstergesi
C_{pl}	C_{pk} 'yi oluşturan süreç kapasite göstergesi
C_{pu}	C_{pk} 'yi oluşturan süreç kapasite göstergesi
C_c	Maksimum süreç kapasite göstergesi
C_{cl}	C_c 'yi oluşturan süreç kapasite göstergesi
C_{cu}	C_c 'yi oluşturan süreç kapasite göstergesi
τ	Tolerans karakteristiğinin hedef değeri
U	Üst sınır değeri
L	Alt sınır değeri
$p1$	Doğru parçası başlangıç koordinatı
$p2$	Doğru parçası bitiş koordinatı
l	Doğru parçasının uzunluğu
r_x	Doğru parçasının başlangıç ve bitiş noktalarının x eksenindeki aralığı
r_y	Doğru parçasının başlangıç ve bitiş noktalarının y eksenindeki aralığı
ϕ	Dairesel parçaların çapı

mm Milimetre

KISALTMA LİSTESİ

2B	İki Boyutlu
3B	Üç Boyutlu
AAM	Application Activity Model
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AFM	Atomic Force Microscope
AIC	Application Interpreted Construct
AIM	Application Interpreted Model
AM	Application Module
ANSI	American National Standards Institute
APQP	Advanced Product Quality Planning
APT	Automatic Programmed Tool
AR	Application Resource
ARM	Application Reference Model
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASM	American Society for Metals
AWI	Approved Work Item
BDK	Bilgisayar Destekli Kalite
BDM	Bilgisayar Destekli Mühendislik
BDT	Bilgisayar Destekli Tasarım
BDÜ	Bilgisayar Destekli Üretim
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAP	Computer Aided Planning
CAPP	Computer Aided Process Planning
CAQ	Computer Aided Quality
CASE	Computer Aided Software Engineering
CC	Conformance Class
CD	Comittee Draft
CMM	Coordinate Measuring Machine
DIS	Draft International Standard
DMIS	Dimensional Measurement Interface Specification
DXF	Drawing Exchange Format
ERP	Enterprise Resource Planning
FMEA	Failure Mode Effect Analysis
GPS	Geometrical Products Specification
GR	Generic Resource
IFCIA	Inspection Framework for Concurrent Information Access
IGES	Initial Graphics Exchange Specification
IR	Integrated Resource
IS	International Standard
ISO	International Organization for Standartization
İSK	İstatiksel Süreç Kontrolü
LAN	Local Access Network
LED	Light Emitting Diode
MF	Material Flow
MIM	Module Interpreted Model
MPM	Manufacturing Process Management

MPP	Manufacturing Process Planning
MRP	Materials Requirement Planning
MS	Mapping Specification
NC	Numerical Control
NWI	New Work Item
PPS	Production Planning and Scheduling
PPZ	Population Parameter Zone
RE	Reverse Engineering
SDAI	Standard Data Access Interface
SI	Sensor Information
ST	Statistical Tolerance
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data
TC	Technical Corrigendum
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
UOF	Unit Of Functionality

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa
Şekil 5.1	Üretim sisteminin bileşenleri.....	11
Şekil 6.1	Kalite kontrol evrim sürecinin tarihsel gelişimi.....	14
Şekil 6.2	Basit bir sinirsel ağın gösterimi.....	15
Şekil 6.3	Biyolojik ve yapay sinir ağlarının geriye yayılma algoritmasının basit gösterimi.....	16
Şekil 6.4	Akıllı imalat sistemlerinde sinirsel ağların kullanım alanları.....	16
Şekil 6.5	Modern imalatın bulanık mantık ile kontrolü.....	19
Şekil 6.6	Boeing firmasının uçak kanat kenarı imalatında kullandığı genel proses yapısı.....	20
Şekil 6.7	CAD/CAQ Arayüzleri.....	22
Şekil 7.1	Tersine mühendislik uygulaması ile bir fanın bulut görüntüsünün elde edilmesi ve bulut görüntüsünden CAD verisine geçiş.....	24
Şekil 7.2	Görsel kontrollerde kullanılan rijit ve esnek endoskoplar.....	25
Şekil 7.3	Otomobil montaj hattında lazer ölçüm sistemi ile sabitleme takozlarının birleştirilmesi.....	26
Şekil 7.4	Ayaklı köprülü CMM ile bir minibüsün ölçümü.....	28
Şekil 7.5	Sabit köprülü CMM yapısı.....	29
Şekil 7.6	Hareketli köprülü CMM yapısı.....	30
Şekil 7.7	Sabit tablalı CMM yapısı.....	31
Şekil 7.8	Hareketli tablalı yatay CMM yapısı.....	31
Şekil 7.9	İmalatlarda kontrol amaçlı kullanılan ölçme kolu.....	32
Şekil 7.10	Temas tetik probu.....	33
Şekil 7.11	Temaslı prob tipleri a) Düz tip prob b) Yıldız tip prob c) İğne(Pointer) tip prob d) Seramik oyuklu(Hollow) tip prob e) Disk tipi prob f) Silindir tipi prob.....	34
Şekil 7.12	Temasız ölçme işlemlerinde kullanılan lazer tip prob.....	34
Şekil 7.13	PC-DMIS CAD++ programının kullanıcı ara yüzü.....	36
Şekil 7.14	CMM veri-alışverişi yapısı.....	38
Şekil 8.1	IFCIA genişletilmiş taslağı.....	39
Şekil 8.2	Akıllı imalat sistemlerinde kontrol çevrimi.....	40
Şekil 8.3	Akıllı ölçüm hücresi blok diyagramı.....	40
Şekil 8.4	Üç boyutlu geometrik boyutlandırma ve toleransların gösterimi.....	43
Şekil 8.5	İstatiksel toleransların teknik resimde gösterimi a) Boyutsal toleranslar için gösterimi b) Geometrik toleranslar için gösterimi.....	44
Şekil 8.6	Süreç kapasite göstergeleri kullanılarak tanımlanan PPZ grafiği.....	45
Şekil 9.1	DMIS ortamı ve veri değişim yapısı.....	50
Şekil 9.2	Bir çemberin DMIS ortamındaki yapısına göre tanımlanması.....	52
Şekil 9.3	Bilgisayar destekli sistemler arasındaki veri değişimi.....	53
Şekil 9.4	CAD Sistemindeki Yapının STEP Ortamı Verisi ile Karşılaştırılması.....	56
Şekil 9.5	Uygulama Protokolünün Talaşlı İmalat Özelliklerinde Kullanımı.....	57
Şekil 9.6	Uygulama Protokolleri arasındaki bağlantılar.....	59
Şekil 9.7	STEP dosya değişimi mimarisi.....	60
Şekil 9.8	STEP kullanılarak gerçekleştirilen Veri Erişimi.....	61
Şekil 9.9	EXPRESS veri modelinin yapısı.....	61
Şekil 9.10	EXPRESS-G'de girdi tipinin gösterimi.....	62
Şekil 9.11	EXPRESS-G ortamında kullanılan basit veri tipleri.....	62
Şekil 9.12	EXPRESS-G ortamında kullanılan tanımlayıcı veri tipi.....	63

Şekil 9.13	EXPRESS-G ortamında kullanılan kurulu veri tipleri.....	64
Şekil 9.14	EXPRESS-G’de verilerin bağlantısında kullanılan çizgi tipleri.....	64
Şekil 9.15	TOTAL_OVER sınırlamasının kullanımı.....	65
Şekil 9.16	EXPRESS veri modelinin ana elemanları.....	65
Şekil 9.17	EXPRESS-G gösterimi ile modellenmiş veriler.....	67
Şekil 10.1	Dairesel Flanş.....	69
Şekil 10.2	Dikdörtgen formlu flanş.....	69
Şekil 10.3	Düz, kör ve kaynak boyunlu flanşlar.....	70
Şekil 10.4	Tasarımı yapılmış olan kör flanşın çelik malzeme atanmış görünümü.....	70
Şekil 10.5	Tasarımı yapılmış olan kör flanşı oluşturan ana yapıların parçalı biçimde gösterimi.....	71
Şekil 10.6	Tasarımı yapılmış olan kör flanşın yüzeylerinin numaralandırılması.....	71
Şekil 10.7	Flanş yüzeylerinin gösterimi ve numaralandırılmış yüzeyler arasındaki bağlantılar.....	72
Şekil 10.8	Üç boyutlu tasarımda başlangıç ve bitiş koordinatlarının gösterimi.....	73
Şekil 10.9	Düzlemsellik toleransının gösterimi.....	74
Şekil 10.10	Diklik toleransının gösterimi.....	74
Şekil 10.11	Konum toleransının gösterimi.....	74
Şekil 10.12	Ana diskin boyutları ve geometrik toleransının 3B’lu tasarımda gösterimi.....	75
Şekil 10.13	Küçük diskin ve ana diskin boyutları ve geometrik toleranslarının 3B’lu tasarımda gösterimi.....	76
Şekil 10.14	EXPRESS-G veri modellemesinde kullanılan genel özellikler.....	77
Şekil 10.15	EXPRESS-G veri modellemesinin geometrik özelliklere göre genişletilmesi.....	78
Şekil 10.16	Flanş delikleri için genel EXPRESS-G veri modeli gösterimi.....	79
Şekil 10.17	Çember profilinin merkezi 0,90,0 koordinatlarında bulunan deliğin EXPRESS-G’de ölçüsünün gösterilmesi.....	80
Şekil 10.18	Ana disk yapısının EXPRESS-G veri modeli gösterimi.....	81
Şekil 10.19	Ana disk ölçüsünün EXPRESS-G’de gösterimi.....	81
Şekil 10.20	Küçük disk yapısının EXPRESS-G veri modeli gösterimi.....	82
Şekil 10.21	Küçük disk ölçüsünün EXPRESS-G’de gösterimi.....	83

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 5.1	Fren diski üreten bir fabrikanın organizasyonu ve giderleri..... 5
Çizelge 7.1	Konvansiyonel CMM ile Nano-CMM'in çeşitli özelliklerine göre karşılaştırılması..... 27
Çizelge 8.1	Geometrik toleranslar ve teknik resimde gösterim sembolleri..... 41
Çizelge 9.1	DMIS ortamında kullanılan bazı Major sözcükler..... 50
Çizelge 9.2	DMIS ortamında kullanılan bazı Minör sözcükler..... 51
Çizelge 9.3	STEP'te kullanılan uygulama protokollerinin içerikleri, yayın yılları ve seviyeleri..... 54
Çizelge 9.4	Basit veri tiplerinin alabileceği değerlerin örneklenmesi..... 63
Çizelge 10.1	Flaşın genel geometrilerinin boyutları..... 68

ÖNSÖZ

Yalnızca yüksek lisans tezimi hazırladığım süre zarfında değil, tüm öğrenim hayatım boyunca maddi, manevi her türlü destekleri ile yanımda bulunan annem Fethiye KIRIMTAY ve babam Rıdvan KIRIMTAY'a şükranlarımı buradaki sözcüklerle bir nebze olsun sunmak istiyorum.

Aynı zamanda çalışmamı gerçekleştirdiğim süre zarfında bilgisini ve desteğini benden esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. M. Numan DURAKBAŞA, standartların temininde yardımcı olan Yard. Doç Dr. Anıl AKDOĞAN, iletişim, kayıt dönemi ve önemli noktalar konusunda fikirleriyle yol gösteren Araştırma Görevlisi Binnur SAĞBAŞ ve Dr. İbrahim ŞAHİN ile bölümümüzün tüm öğretim görevlisi ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca tezimin yazımı süresince yararlandığım kaynakların İngilizce çevirilerinde yardımcı olan kardeşim Koray KIRIMTAY, Fransızca tercümede bilgisiyle yanımda olan kardeşim Eray KIRIMTAY'a ve tüm dostlarıma bu zorlu dönem boyunca yanımda oldukları için teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos, 2010

Emre KIRIMTAY

ÖZET

Modern imalat sistemlerinde, farklı firmalar arası rekabet sonucu ürün kalitesinin önemi artmıştır. Bilgisayar destekli mühendislik sistemlerinin kullanımının artması farklı kalite anlayışlarını ortaya çıkarmıştır. Bu sistemlerde pek çok farklı yazılım kullanılmaktadır. Yazılımlar arası farklar modern imalat sistemlerinde kalite karakteristiğini üzerindeki en önemli noktalardan birisidir.

Genel ve gelişen kalite anlayışlarının açıklanmasından sonra kontrol için gerekli ölçümleri yapan CMM'lerden bahsedilerek, ayrıca geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma ile istatistiksel toleranslandırmaya değinilmiştir. Bilgisayar destekli imalat sistemleri incelenerek, CAQ sistemi için gerekli veri değişimi ve ara yüz standartlarından DMIS ve STEP hakkında araştırma yapılmış. STEP uygulama protokolleri ve bu protokoller arasındaki bağlantılar gösterilmiştir. Veri modelleme dili EXPRESS açıklanmış ve EXPRESS-G ile karşılaştırılarak. TSE ve ISO standartlarına göre dairesel bir flanşın tasarımı gerçekleştirilmiş ve EXPRESS-G grafiksel veri modelleme dili ile gösterilmiştir. Bu gösterim parça tasarımının anlaşılabilirliği arttırmaktadır. Bunun sayesinde farklı imalat birimleri arasındaki karışıklığın engellenebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Bilgisayar destekli kalite, ürün model verisinin değişimi için standart, boyutsal ölçüm arayüz spesifikasyonu, EXPRESS-G

ABSTRACT

In the modern manufacturing systems, importance of product quality has increased as a result of competition between firms. Increasing the usage of computer aided engineering systems has revealed the different quality concepts. A great number of different softwares are used in these systems. Differences between softwares are one of the most important point on the quality characteristics in modern manufacturing systems.

General and developing quality terms were studied, after that CMMs for use in checking dimensions were mentioned. Also noticed geometrical dimensioning and tolerancing with statistical tolerancing. Computer aided manufacturing systems were examined afterwards made a research about data exchange and interface standards, DMIS and STEP which are needed for CAQ system. STEP application protocols and connections between these protocols were demonstrated. Data modeling language EXPRESS explained and compared with EXPRESS-G. An annular flange was designed towards the standards of TSE and ISO and this design showed with graphical data modeling language EXPRESS-G. This representation improves comprehensibility of part design through of comprehensibility, disorders could be block between different manufacturing departments.

Keywords: Computer aided quality, the standard for the exchange of product model data, dimensional measurement interface standard, EXPRESS-G

1. GİRİŞ

İlkçağlardan itibaren insanlar avcılık, barınma, günlük kullanım gibi çeşitli ihtiyaçları için çok farklı malzeme ve tekniklerle üretilmiş olan aletleri kullanmışlardır. Tarih öncesi insanlar bile bir aleti üretirken kullanılacağı alana göre uygunluğu üzerine düşünmüşler ve en fazla faydayı sağlayacak malzemeyi seçmişlerdir. Ayrıca bilgi birikimlerinin artması ile avcılık için kullandıkları aletler ahşaptan farklı metallere doğru bir seyir izlemiştir. Bu gelişim ile temel anlamda metalin, kullanıcının isteklerine daha iyi cevap vermesi basit dahi olsa bir kalite anlayışının dışı vurumudur.

Geçmişten günümüze özellikle sanayi devrimiyle birlikte, üretim miktarları her geçen gün artmakta ve aynı malı üreten pek çok firma bulunmaktadır. Bu noktada ortaya konan malın özelliklerini ve fiyatını pek çok değişken belirleyebilmektedir. Bu yüzden de bu değişkenler iyi bir biçimde kontrol altında tutulmalı ve istenilen şekilde kullanılabilmelidir. Modern anlayıştaki imalat sistemlerinde insan gücü ve faktörünün azaltılması en önemli noktalardan birisidir. Bu yaklaşımdaki amaçlanan konu insan kaynaklı hataların giderilmesi ve süreçlerin daha rahat kontrol altında tutulabilmesidir. Liu vd.,(2009) tarafından yapılan çalışmada insan hatalarının maliyetleri ve diğer operasyon birimlerine etkileri üzerinde durularak bu hataların söz konusu alanlara olan etkisini sunmuşlardır. Bunun sonucunda insan faktörünün günümüzde hala üretimde oluşan hatalar üzerinde etkili olduğunu göstermişlerdir.

İnsan faktörünün imalat üzerindeki etkilerinden ötürü imalat sistemi ve operasyonlarındaki yeni yaklaşımlarda mümkün mertebe bilgisayar destekli sistemlerden yararlanılmaktadır. Bu sayede üretim hızı artmakta, üretilen parça boyut tamlığının kontrolü kolaylaşmakta ve parça ıskarta oranları azalmaktadır. Aynı zamanda üretimde olabilecek değişiklik çok hızlı bir biçimde imalat sistemine yansıtılabilmektedir.

Hassas mühendislikle yapılan imalatların önem kazanmaya başladığı günümüzde özellikle parça toleranslarının daha dar bir aralıkta yer alması ve mikro ve nano boyutlu parçaların da kullanımının artması nedeniyle ölçme tekniğindeki gelişmeler de hızlanmıştır. Konvansiyonel ölçüm aletleri artık pek çok işletmede yerini son teknoloji ürünü ölçüm aletlerine bırakmıştır ki bunlardan en önemlileri de koordinat ölçüm cihazlarıdır. Bu cihazlarında kontrol bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmekte ve veri iletişimi sayesinde istenilen değerlerin eldesi mümkün olmaktadır. Söz konusu veri iletişimi de beraberinde çeşitli problemler de getirmektedir. Özellikle farklı sistemler arasında meydana gelebilecek yazılım problemleri

nedeniyle üretilmiş olan parçadan alınan sonuçlar istenilen doğrulukta aktarılamayacağı için imalatla sıkıntılar doğması mümkündür.

Veri iletişiminin düzenli bir biçimde yapılabilmesi için çeşitli standart ara yüzlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sayede farklı CAD sistemleri arasında ve bu sistemlerle CMM'ler arasında gerekli olan doğru bilgi alışverişi gerçekleştirilebilir. Bu sayede tasarımdan başlayarak işlemlerin kontrolü gerçekleştirilebilir ki bu da nihai ürün üzerinde olumlu bir etki yapacaktır. Günümüzde de model verilerinin değişimi için STEP standardı önem kazanmaktadır. Bunun yanı sıra ISO tarafından hazırlanmış olan ve CMM sistemlerindeki veri ara yüzleri için kullanılan DMIS standardı da bir diğer önemli çalışma konusudur. Tasarımların farklı uygulamalar arasında veri kaybı olmadan özelliklerinin aktarılabilmesi amacıyla STEP'in 11. bölümü olan EXPRESS veri modelleme dili de bu veri alışverişlerinde kullanılan önemli bir yapıdır. Tüm bu standart ve gösterimler aracılığıyla, tasarımdan ve dolayısıyla üretimden beklenen kalitenin sağlanması amaçlanmaktadır.

2. KALİTE KONUSUNUN GELİŞİMİ

Modern üretim sistemlerinde, ürünlerin imalatının sadece yöntemin belirlenmesi ve uygulanması ile tam olarak gerçekleştirildiği iddia edilemez. İmalat esnasında süreçlerin kontrolü ve denetlenmesi ile sorunsuz, istenilen özellikteki mamul eldesi hedeflenmelidir. Bu noktada kalite, kalite yönetimi ve güvencesi devreye girmektedir. Modern anlamdaki kalite konusundaki gelişmeler 20 y.y.'da başlamış ve günümüz imalat birimlerinin vazgeçilmezleri arasında yerini almıştır.

Kalite kavramının genel olarak ortaya çıkışı Ortaçağ'da başlamıştır. 13.y.y.'ın sonlarında esnaf ve zanaatkarlar organize olarak lonca denilen birlikleri meydana getirmişlerdir. 19. y.y.'ın başlarına kadar endüstrileşmiş dünya da bu modeli takip etmiştir. Fabrika sistemi ve ürün üzerinde muayene ile kontrolün önemi gibi konular, Büyük Britanya'da 1700'lerin ortalarında başlayarak sanayi devriminde gelişmiştir [1].

19uncu yüzyılda, Taylor işgücü performansının, zaman-hareket etütleri ile oluşturulacak randıman standartları ve kurallarıyla belirlenebileceğini söyleyerek, işlerin küçük ve basit adımlara bölünerek üretimin ve verimliliğin artırılabilceğini savunmuştur (Aydın, 2000).

20. y.y.'ın başlarında üreticiler kalite yöntemlerindeki kalite süreçlerinin üzerine düşmeye başlamışlardır. Henry Ford, Ford Motor Şirketi'nde ilk olarak montaj hattı uygulamasını başlatmış ve imalat süreçlerini çeşitli operasyon basamaklarına ayırmıştır.

Amerika Birleşik Devletlerinin II. Dünya Savaşına girmesi ve kalitenin savaş başarısı için öneminin görülmesi üzerine imalattın çok önemli bir parçası haline gelmiştir. II. Dünya Savaşı'nın ardından Japonya'da gelişen kalite devrimi sonucunda toplam kalite anlayışının doğumuna sahne olmuştur. J.M Juran ve W. E. Deming felsefelerinde sadece imalata değil organizasyonla ilgili tüm süreçlerinde geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmışlardır.

1970'lerde A.B.D'nin elektronik, otomotiv gibi endüstriyel sektörleri Japonya'nın yüksek kaliteli rekabetiyle karşı karşıya kaldığında, Toplam Kalite Yönetimi(TKY) ile sadece istatistiksel verileri değil, tüm organizasyonu kucaklayacak bir anlayışı benimsemiştir.

20. y.y.'ın son dönemlerinde T.K.Y. pek çok yönetici tarafından benimsenmiş fakat özellikle A.B.D.' de bir parça bu görüş zayıflamıştır. Son yıllarda ise kalite hareketi, toplam kalitenin ötesine geçmektedir. Yeni kalite sistemleri Deming, Juran ve ilk Japon uygulayıcıların temellerinden geliştirilmiştir. Günümüzde kalite kavramı, üretimden, servislere, sağlıktan, eğitim ve kamu sektörüne kadar pek çok alanda karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda Hassas Mühendislik işlemlerinin gerektiği uzay-havacılık, otomotiv gibi pek çok sektörde kalite kontrolüne daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır [1].

3. KALİTE TANIMLARI

Kökeni, Latince gerçekte öyle olmak ve eksiksizlik anlamına gelen "Qualis" sözcüğüne dayanan kalite, her insan için görece olarak farklı bir anlam ifade edebilir. Bir ürün, kullanım alanına göre çok kaliteli olarak tanımlanırken farklı bir alanda kullanımı esnasında kalitesiz olarak nitelendirilmesi olasıdır. Bu sebepten dolayı kesin hatları olan bir kalite tanımı ortaya koymaktan ziyade genel tanımlamalara kabul görmüştür.

Kalite ile ilgili tanımlar da çeşitlilik göstermekte ve tanımı yapan kişi veya kurumun bakış açısını yansıtmaktadır. Kalite konusunda J.M. Juran'ın yapmış olduğu tanımda; "Müşterinin tanımlamış olduğu koşullara uygunluk" olarak belirtirken, bir diğer önemli isim W.E. Deming ise daha çok pazar beklentilerinin ürün kalitesine etkisi üzerine yoğunlaşarak kalite ve yönetimi şu tanımla bağdaştırmıştır: "Tasarım, mühendislik, test ve süreç gelişiminin en iyi şekilde yönetimi ile kalitenin gelişimi sağlandığında, üretim artacak ve fiyatlar düşecektir." ISO 9000:2005 standardında ise bu tanımlama karşımıza "Kalite, yapısal özellikler takımının şartlarının yerine getirilme derecesidir" şeklinde çıkmaktadır.

Tüm bu tanımlardan da öngörülebileceği gibi kalite sonucunda ortaya istenilen yapıda bir ürün çıkmalı ve bu ürün pazarda kendine yer bulabilmelidir. Bunları belirli başlıklar altında toplamak gerekirse;

- İstenilen özelliklerde üretim ve müşteri tatmini
- İmalat ve yönetim süreçlerinin kontrolü
- Rekabet edebilecek oranda düşük fiyat
- Ürünün istenilen ölçüde sürekli olarak pazara arzı olarak nitelendirilebilir.

Bu temel maddelerin kaliteli üretim ve marka algısının kuvvetlenmesi için gerekli olduğu ortadadır. Kalite bu bağlamda kesinlikle en sağlam, en iyi, en ucuz gibi anlamlara gelmemekte ve ihtiyaçları karşılama odaklanılması gerekmektedir. Kalite tanımlarından sonra kalite kontrolü, kalite güvencesi ve kalite yönetim felsefelerine değinmek, kalite anlayışının genel hatlarını ortaya koyabilmek açısından önemlidir.

3.1 Kalite Kontrolü

Kalite kontrolü, kalitenin sağlanabilmesi için gerekli olan eylemleri ve işlevsel teknikleri kapsamaktadır. Kalite kontrolü, içerdiği işlevsel tekniklerin ve eylemlerin, bir proseste izlemesine ve kalite çevriminin tüm aşamalarında meydana gelebilecek olumsuzlukların giderilmesiyle, ekonomik etkinliğe ulaşmak hedeflenmiştir (Osanna vd., 2004).

Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere kalite kontrolü ile günümüz sistemlerinde önemli bir yerde yer almaktadır. Kalite kontrolü ile firmalar sektördeki güçlerini ve etkinliklerini arttırmanın yanı sıra ekonomik açıdan tasarruf da sağlamış olmaktadır.

Juran tarafından modern kalite kontrolünün yapısı konusunda, operasyonlarda görevli personelin geniş katılımıyla gerçekleştirilen; sistematik planlama, istatistiksel süreç kontrolü uygulamaları, periyodik güncelleme ve doğrulamaların gelişeceğini öngörmektedir. Bu yaklaşım ile gelecek yıllarda kalite kontrolünün günümüz şartlarına göre daha önemli bir hale geleceği göz önüne alınmalıdır.

3.2 Kalite Güvencesi

Kalite güvencesini, kalite sistemleri içerisinde ürüne yönelik kalite kontrollerin sistematik olarak yerine getirilmesi ve proje, servis, imalat gibi çeşitli bakış açıları ile değerlendirilmesi sonucunda istenen kalite standardının sağlanması olarak tanımlayabiliriz. Osanna vd., (2004) kalite güvencesi kavramının iç ve dış hedeflerden oluştuğunu ve bu hedeflerden içsel kalite

güvencesinin, organizasyon içerisindeki kalite güvencesi ile yönetim güvenini sağlamak, dışsal kalite güvencesinin ise farklı durumlarda kalite güvencesi ile müşteri ve diğer kullanıcıların güvenini sağlamak olarak tanımlamışlardır.

Kalite güvencesinin sağlanması, ürünün tasarımdan üretimine kadar herkesin sorumluluğunu gerektirmektedir. Malzeme seçimi, üretim, montaj vb. tasarım ve üretim operasyonlarının aşamaları nihai üründe istenilen kaliteyi sağlayacak şekilde detaylı bir biçimde analiz edilmelidir.

Bu noktadan hareketle kalite güvencesinin sağlanması ile ticareti gerçekleştirenler arasında bir güven duygusu oluşturmanın yanı sıra ürünün ortaya konmasına kadar geçen tüm süreçlerde rahat bir çalışma ortamının sağlanması açısından günümüzde çok önemli bir yere sahiptir.

Kalite güvencesinin sağlanabilmesi için son kullanıcıların isteklerinin sürekli göz önünde bulundurulması ve değişen talepler doğrultusunda hareket tarzına yön verilmesi önemli noktalar arasında yer almaktadır. Eğer farklı isteklere yanıt verilemediği durumlarda söz konusu güven sarsılacak ve söz konusu işletmeye karşı değer azalacaktır.

Aydın (2000)'a göre, kalite güvence, yönetimin devredemeyeceği fonksiyonlardan olmasının yanı sıra standartlara ve prosedürlere uygun iyi bir arşiv sistemi kalite güvencesinin vazgeçilmez bir boyutudur.

Çizelge 3.1 Fren diski üreten bir fabrikanın organizasyonu ve giderleri (Zandin, 2004)

Ana Bölümler	Giderler	Gelirler
Toplam Gelir		\$8,793,678
Doğrudan İşçilik	\$1,638,000	
Hammadde	\$3,073,139	
Paketleme	\$89,577	
Girdi Toplam Maliyeti	\$4,800,717	
Toplam Kâr		\$3,992,961
Bölümlerin Harcamaları		
Üretim	\$256,250	
Kalite Güvence	\$221,200	
Mühendislik	\$224,500	
Bakım	\$334,400	
Nakliye/Alım	\$362,800	

Müşteri Servisi	\$146,600	
Satış	\$530,200	
Finans	\$332,500	
Yönetim	\$189,200	
Bilgi İşlem	\$294,700	
İnsan Kaynakları	\$109,500	
Tesis Yönetimi	\$953,900	
Bölümlerin Harcamalarının Toplam Maliyeti	\$3,955,750	
Toplam Kâr		\$37,211

Buradan görülebildiği üzere kalite güvencesinin kontrolü ve iyileştirilmesinin firmaya katkı yapacağı gerçektir. Çizelge 3.1’de de görüldüğü gibi kalite güvencesi ile ilgili harcama, tüm bölümlerin harcamalarında % 5.5 gibi bir değere sahiptir ki bu mühendislik ve üretim harcamalarına yakın bir değerdir. Bu da kalite kontrolü ve güvencesinin bir işletme için önemini ortaya koyması açısından belirleyicidir. Modern işletmelerin istenen birimlerinden olan kalite departmanı aynı zamanda da müşterilerin ürün üzerindeki beklentisinin sağlanması açısından firma içerisinde çok önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda firma içerisinde önemli bir bütçeye sahip olması nedeniyle titiz bir çalışma ortamının sağlanması ekonomik açıdan önemlidir. Bunun için çeşitli kalite yönetim felsefeleri ortaya konulmuş ve geçmişten günümüze çeşitli alanlarda yararlanılmış hala da kullanılmaya devam etmektedirler.

4. KALİTE YÖNETİM FELSEFELERİ VE TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ

Çağımızda süregelen üretim sistemlerinde, kalite anlayışı ilk zamanlarındaki noktadan çok daha ilerilere taşınmıştır. Bu bağlamda kalite konusunun gelişmesi, istenilen ve gerekli bir çalışma alanı haline almış olmasına katkıları olan kalite yönetim felsefelerini incelemek yerinde olacaktır. Kalite Yönetimi Konusunda dünya çapındaki isimler ve kendi isimleriyle anılan kalite yönetim anlayışlarını sıralamak gerekirse;

- Juran Kalite Felsefesi
- Deming Kalite Felsefesi
- Crosby Kalite Felsefesi
- Feigenbaum Kalite Felsefesi
- Ishikawa Kalite Felsefesi
- Taguchi Kalite Felsefesidir.

Bu kalite yönetim felsefeleri, bugün mevcut bulunan pek çok sistemi etkilemiştir. Bu yaklaşımların kısaca incelenmesi günümüzdeki kalite anlayışı ve ortamını anlamak açısından yararlı olacaktır. Bu yaklaşımları, ana hatlarını ortaya koyup temel olarak alt başlıklarla inceleyebiliriz.

4.1 Juran Kalite Felsefesi

J.M. Juran kaliteyi kullanıma uygunluk olarak tanımlayarak bunu dört ana temel üzerine ayırmıştır. Bunlar;

- Tasarımın kalitesi
- Uygunluk kalitesi
- İşe yararlılık, kullanılabilirlik
- Servis hizmetidir.

Juran, kalite üçlemesi olarak bilinen üç büyük kalite sürecine odaklanmış kurallarını ortaya koymuştur. Bu üç büyük kalite sürecinden kalite planlama ile kalite hedefine ulaşmak için hazırlanacak süreçleri, kalite kontrol ile operasyonlar esnasındaki kalite hedeflerine ulaşmak için gerekli süreçleri ve kalite geliştirmeye ise performans seviyelerindeki ilerlemeleri sağlayan süreçleri tanımlamaktadır (Osanna vd., 2004).

4.2 Deming Kalite Felsefesi

W. Edward Deming özellikle Japonya'nın II. Dünya Savaşı'ndan sonra gerçekleştirdiği atılımdaki en önemli kişilerden birisidir. Deming, tasarım ve imalat süreçlerindeki belirlenemeyen değişkenlerin teknik özellikler yardımıyla azaltılmasıyla servis ve ürün uyumunun gerçekleştirilmesine odaklanmıştır. Deming'in önem verdiği 14 temel ilke şunlardır.

- Bir öngörü yaratın ve kararlılık gösterin
- Yeni bir yaklaşım/felsefe öğrenin
- Gözlemleri anlayın
- Yalnızca temel maliyetlerde karar vermeyi bırakın
- Sürekli gelişim
- Çalışanlarınıza yardım edin

- Korkuyu yok edin
- Takımların isteğini arttırın
- Afiş, poster gibi uyarıları kaldırın
- Yöneticilerin sorumluluğu sayılardan ziyade kaliteyi sağlamak olmalıdır.
- Çalışanın kendisiyle gurur duymasını engelleyecek sınırları kaldır.
- Şirket içindeki herkes dönüşümü sağlamak için çalışmalıdır.

Bu 14 temel ilkenin yanı sıra kaliteyi engelleyen sorunların belirtildiği bir diğer Deming görüşü ise 7 Ölümcül Hatadır. Bunlar;

- Amaç tutarlılığında eksiklik
- Kısa dönemli kara odaklanma
- Yıllık performansın gözden geçirilmesi
- Yönetimin değişimi
- Bir firmanın sadece görünür şekillerle yönetilmesi
- Çalışanların ihtiyaçlarından doğabilecek aşırı maliyetler
- Aşırı kontrol

4.3 Crosby Kalite Felsefesi

Philip B. Crosby Kalite Felsefesine göre kalite, ihtiyaçlara uygunluk olarak tanımlanmaktadır. Crosby'nin düşüncesine göre kalite şu başlıklar altına ayrılmıştır;

- İhtiyaçlara uygunluktur.
- İşi ilk seferde doğru yapmak daima en ucuzdur.
- Performansın ölçüsü kalitenin maliyetidir.
- Tek performans standardı sıfır hatadır.

Crosby'nin gelişimin temel elemanları, kararlılık, eğitim ve uygulama olarak sayılabilir. Bu elemanlardan kararlılık, üst yönetimin ciddi bir biçimde kalite geliştirmelerine destek vermelidir. Bu değişimlerinde tüm çalışanlar tarafından öğrenilmesi ve uygulanması gerekir (Evans ve Lindsay, 2008).

4.4 Feigenbaum Kalite Felsefesi

A.V. Feigenbaum kalite üzerine bilinen üç temel katkısı şu konulardadır;

- Kalite ahlakının uluslararası tanıtımı
- T.K.K.'ü kavramının geliştirilmesi
- Kalite maliyetlerinin sınıflandırılmasının geliştirilmesi

Feigenbaum kalite maliyetlerini ise şu başlıklar altında toplamıştır:

- Önleyici maliyetler
- Değerlendirme, test maliyetleri
- Üretimdeki hatalardan oluşan maliyetler
- Firma dışı, satış sonrası hatalardan oluşan maliyetler.

4.5 Ishikawa Kalite Felsefesi

Japon Kaoru Ishikawa tarafından ortaya konmuş kalite yaklaşımıdır. Kalite konusunda geliştirdiği basit ve güçlü bir teknik olan ve tüm dünyada kullanılan; Ishikawa Diyagramı olarak da bilinen neden-sonuç diyagramı kalite konusuna yaptığı en büyük katkılardandır. Bu teknik geliştirildiği günden bu yana tüm dünyada kabul görmüş ve hali hazırda kullanılmaktadır. Aynı zamanda Ishikawa gerçek ve ikincil kalite karakteristikleri kavramını geliştirerek, kalite planlaması, kalite işlevinin geliştirilmesi yöntemlerine temel olan yaklaşımı önermiştir.

4.6 Taguchi Kalite Felsefesi

Japon mühendis Genichi Taguchi tarafından ortaya konmuş ve Deming tarafından da destek görmüş bir kalite felsefesidir. Taguchi felsefesi, imalat bazında kalite tanımının özellik sınırlarına uygunluğu açısından yaklaşmıştır. Kayıp fonksiyonu, çevrim dışı kalite kontrolü ve deneysel tasarım temel hatlarını oluşturmaktadır.

Ayrıca Taguchi ürün tasarımındaki mühendislik yaklaşımlarını da geliştirerek imalat süreçlerinin ilerleyen aşamalarında çıkması muhtemel kalite sorunlarıyla, erken tasarım aşamalarında uğraşmayı benimsemiştir (Evans ve Lindsay, 2008).

4.7 Toplam Kalite Yönetimi

Toplam Kalite Yönetimi genel olarak müşterinin ihtiyaçlarının yerine getirilebilmesi için kullanılacak; iş, ürün, insan ve hizmet kaliteleri gibi etkenlerin ilgili birimlerde çalışanların

katılımı ile sağlanması prensibine dayanmaktadır. Toplam kalite yönetimi, Feigenbaum tarafından öne sürülmüş ve özellikle Japonya tarafından benimsenmiştir.

T.K.Y.'de bazı temel prensipler bulunmaktadır. Bunlar, kalitenin öncülüğünün üst yönetimin sorumluluğunda olması, gerçek verilere sayalı istatistiksel görüşlerin çözüm ve sürekli geliştirme için temel alınması, firma içerisinde yer alan tüm birimlerin firmanın hedefi doğrultusunda sürekli geliştirmeye odaklanması, farklı disiplinlerden gelen üyeler ile oluşturulan takımlar ile problemlerin çözümü ve süreç gelişimleri üzerinde durulması, müşterinin ihtiyaçlarının anlaşılması ve yerine getirilmesi ile sürekli öğrenme, geliştirme ve eğitimin organizasyon içerisinde herkesin sorumluluğunda bulunmasıdır (Osanna vd., 2004).

TKY genel olarak nicel yapıdaki İ.S.K.'nün yanı sıra nicel olmayan, ISO 9000, ISO 14000, benchmarking, toplam üretken bakım gibi çeşitli bölümlerden meydana gelmektedir. Bu konular, firmaların ihtiyaçlarına ve isteklerine göre bir arada kullanılabilirler.

5. İMALAT SÜREÇLERİNDE KALİTENİN ÖNEMİ VE SÜREÇ KONTROLÜ

Ürünlerin imalatı sırasında pek çok etken göz önüne alınarak süreç planlamaları yapılmaktadır. Ancak bu durumlarda da üretilen parça üzerinde istenmeyen sonuçlar ve istenen kalite seviyesine uygun olmayan özellikler ortaya çıkabilir. Bu durumlarda eğer sorun tam olarak ortaya konamıyorsa geri dönüşler yüksek maliyetlere neden olabilir. Genel olarak kalitenin tanımında da ortaya konduğu gibi kullanıma uygunluk ortadan kalkabilir ve hem son kullanıcı hem de üretici açısından sorunların oluşması mümkün olacaktır. Bundan dolayı bir imalat sisteminde aşağıdaki üç ana alandaki kalite çok önemlidir. Bunlar;

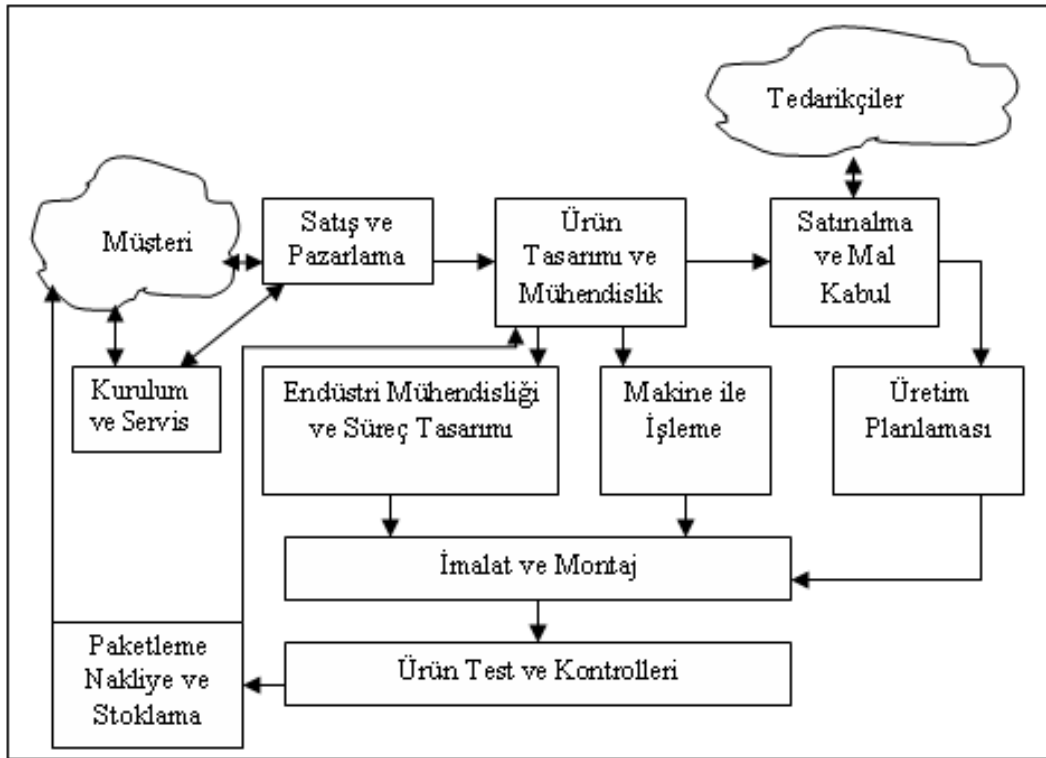
- Ürün geliştirme
- Üretim süreçleri
- Ürün kullanımıdır.

Bunlardan ürün geliştirme ve ürünün kullanımı müşteri odaklı geliştirmelerdir. Müşteri beklentilerine ve servis ihtiyacına cevap verecek konular üzerine çalışmaktadır. Üretim süreçlerinde ise hizmet araçları, bilgilendirme, kontrol sistemlerinin ürünlere ve hizmetlere dönüşümü istenir (Osanna vd., 2004).

İmalat sistemleri pek çok alt daldan oluşmaktadır. Bunlar montaj, talaşlı işleme, plastik şekil verme, süreç kontrolü gibi doğrudan imalat üzerindeki bölümlerin yanı sıra imalat öncesinde gerekli olan malzemelerin istenilen özelliklerde teminini sağlamak için sürdürülen satın alma

ve tedarik çalışmaları ile ürünün satışı sonrası müşteri hizmetleri gibi imalat öncesi ve sonrası kavram ve konuları da içermektedir.

Kalpakistan ve Schmid (2007), kalitenin yalnızca imal edilmiş ürünün ölçülmesi sonucu elde edilemeyeceğini, ürünü meydana getiren süreçlerin kalite kontrolünün sağlanması ile elde edilebilecek bir kavram olduğunu belirtmiştir.



Şekil 5.1 Üretim sisteminin bileşenleri (Osanna vd., 2004)

5.1 Süreç Kontrolü

Süreç kontrolü üretim sırasında ürün kalitesinin kontrolü ile ilgili bir konudur. Süreç kontrolü ile sistem gözlem altında tutularak olası sorunların önüne geçmek ve üretimin istenilen tasarım özelliklerinde sürekliliğini sağlamaktır.

Süreç kontrolünün yapılabilmesi için istatistiksel verilere ihtiyaç duyulmaktadır. İstatistik tüm doğa bilimleri ve sosyal bilimlerde yardımcı bir bilim dalıdır. Genel olarak gözleme, veri toplamaya ve toplanan bu verilerin kullanılacak alanın ihtiyaçlarına göre doğru bir biçimde değerlendirilmesine dayanmaktadır.

İstatistiksel süreç kontrolü, üretimin önceden belirlenmiş kalite spesifikasyonlarına uygunluğunu sağlayan, standartlara bağlılığını hedefleyen, kusurlu ürün üretimini en aza indirmekte kullanılan araçtır (Aydın, 2000).

İ.S.K birbiriyle bağımlı farklı alt bölümlerden oluşmaktadır. Çavuşoğlu (2006)'na göre bunları bilgi toplama, kontrol ve geliştirme aşaması olarak sıralayabiliriz. Bu aşamalardan bilgi toplama aşaması süreç karakteristiklerinin belirlenerek yorumlanabilir hale getirilmesi konusunu, kontrol aşaması söz konusu karakteristiklerin takip edilmesi ve kontrolünün sağlanmasını ve geliştirme aşaması da bu karakteristiklerin kontrol altına alındıktan sonra geliştirilmesi üzerinde durmaktadır.

İ.S.K., kalite kontrol sistemlerinde kullanılan ilk bilgisayar destekli uygulamadır. Günümüzde de modern bilgisayar destekli kalite yönetim sistemlerinde elde edilen verilerin işlenmesi ve belirli bir yapıda sunulması için İ.S.K.'den yararlanılmaktadır.

5.1.1 Süreç Kontrolünde Kullanılan Yaklaşımlar

İstatistiksel süreç kontrolünde verilerin değerlendirilmesi için çeşitli yaklaşımlara ve şemalara ihtiyaç vardır. Bunlar niceliksel ölçümler için kullanılan X-şeması ve R-Şeması niteliksel ölçümler için kullanılan P-şeması ve C-şemasıdır. Bunlardan X-şeması aralıklı olarak alınan örneklerden hesaplanmış ortalama değerlerin önceden belirlenen sınırlar arasında bulunup bulunmadığının tespit edilmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu şemada orta nokta, alt ve üst kontrol sınırlarına göre karşılaştırma yapılır (Cerit, 1994).

Buna göre orta noktanın belirlenmesi 7.1'deki eşitlik ile yapılır;

$$OrtaNokta = \bar{x} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_n}{N} \quad (5.1)$$

Bu ifadenin düzenlenerek genel 7.2'deki eşitlikte belirtilmiştir.

$$\frac{\sum_{j=1}^N \bar{x}_j}{N} \quad (5.2)$$

Orta noktanın belirlenmesinden sonra kontrol sınırlarının tespit edilmesi için;

$$\bar{ÜKS} = \bar{x} + 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{x} + \bar{AR} \quad (5.3)$$

$$\bar{AKS} = \bar{x} - 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{x} - \bar{AR} \quad (5.4)$$

olarak belirtilir. Burada \bar{AR} , n değeri için üç standart sapmaya eşittir.

R şeması ya da aralık şemasının hazırlanmasında ise üretimin hassasiyetinin kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Burada X-şemasından farklı olarak orta nokta yerine orta çizgi değeri belirlenmekte ve kontrol sınırları tespit edilmektedir. Buna göre orta çizgi değeri,

$$\text{OrtaÇizgi} = \bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_N}{N} \quad (5.5)$$

$$\bar{ÜKS} = \overline{BR} \quad (5.6)$$

$$\bar{AKS} = \overline{CR} \quad (5.7)$$

şeklinde hesaplanır. Burada \overline{BR} ve \overline{CR} ifadeleri standart sapma değerine göre elde edilmektedir.

Niceliksel ölçümün yanı sıra niteliksel ölçümlerde kullanılan şemalar ürün kalitesinin belirlenmesi amacıyla kullanılırlar. Temel mantık yapısında bir yaklaşıma sahip olmalarından ötürü hatalı ya da hatasız gibi tanımlamalar yaparlar. Niteliksel şemalardan P-şeması ya da bir diğer adıyla hatalı ürünler şeması, hatalı ürünleri gözlemleyerek üretim süreçlerinin kontrolünde kullanılır. P-şemasının elde edilebilmesi için, P_j hata oranlarına ihtiyaç vardır. Bunlar;

$$P_N = \frac{x_N}{n_N} \quad (5.8)$$

şeklinde hesaplanırlar. Sonrasında orta çizgi ve kontrol sınırları hesaplanır.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{j=1}^N P}{N} \quad (5.9)$$

$$\bar{ÜKS}_p = \bar{P} + 3S_p = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (5.10)$$

$$\bar{AKS}_p = \bar{P} - 3S_p = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}} \quad (5.11)$$

C-şeması ise net olarak hatalı ya da hatasız tanımlamasının yapılamayacağı durumlarda kullanılan bir yöntemdir. C-şemasında sürecin çıktıları poisson dağılımı ile belirlenebilmektedir. Bu şemada da aynı diğer şemalarda olduğu gibi orta çizgi, üst ve alt kontrol sınırları belirlenir.

$$\text{OrtaÇizgi} = \bar{C} = \frac{\sum_{j=1}^N C_j}{N} \quad (5.12)$$

$$\bar{ÜKS} = \bar{C} + 3S_c = \bar{C} + \sqrt{\bar{C}} \quad (5.13)$$

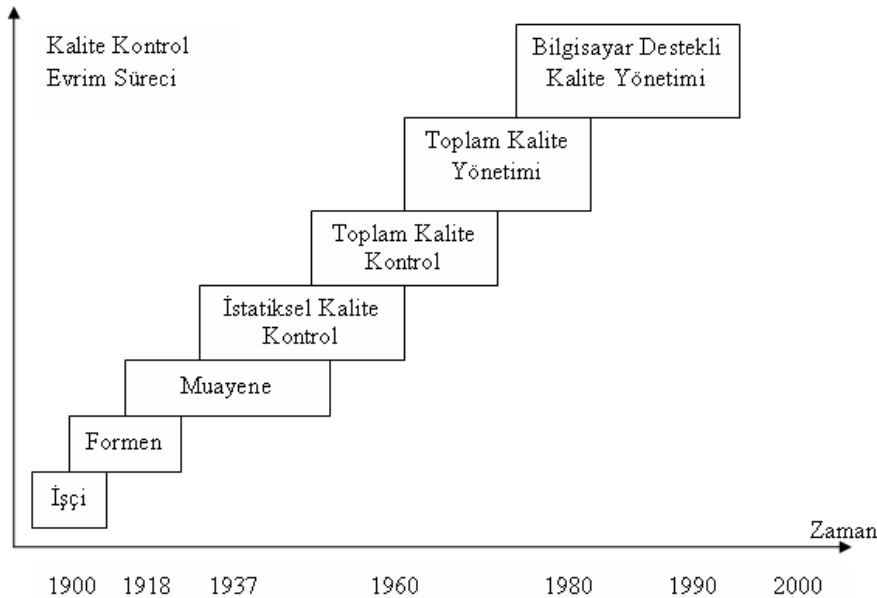
$$\bar{AKS} = \bar{C} - 3S_c = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}} \quad (5.14)$$

6. KALİTE YÖNETİMİNDE BİLGİSAYARLAR

Bilgisayarlar 20. y.y.'in ikinci yarısında ortaya çıkmış olmasına rağmen günümüze kadar süratli bir gelişim göstermişlerdir. Bu eğilimini sürdürerek teknolojik anlamda ilerlemektedirler. Günümüzde bilgisayarların girmediği hiçbir yer hemen hemen yok gibidir. Evlerimizden hastanelere, devlet kurumlarından sanayiye kadar pek çok alanı ve bunların da altında pek çok kalemi sayabiliriz. Elbette bu kadar yoğun bir biçimde hayatımızın her noktasında bulunan bilgisayarların çağdaş üretim sistemlerinde kullanılmaması düşünülemez.

Bilgisayar destekli üretim sistemleri bugün olduğu gibi geleceğimiz içinde önemli bir yere sahiptir. B.D.M. araçlarıyla imalatı yapılan ürünlerin doğruluğunun onaylanmasına ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı günümüzde sağlayan en önemli araçlardan biriside B.D.K. sistemleridir. Kalite kontrol sistemleri ve yöntemleri Şekil 6.1'de görüldüğü gibi yıllar içerisinde gelişerek günümüzde bilgisayar destekli kalite sistemlerine geçişi söz konusudur. İ.S.K. bilgisayarların kalite güvence alanındaki ilk kullanım alanlarındandır.

Bilgisayar destekli olarak sağlanan bir kalite kontrolünün aşamaları, veri toplama, verilerin analizi ve raporlanması, istatistiksel analizler, süreç kontrolü, test ve kontroller ile sistem tasarımı olarak sıralanabilir (Besterfield, 2004).

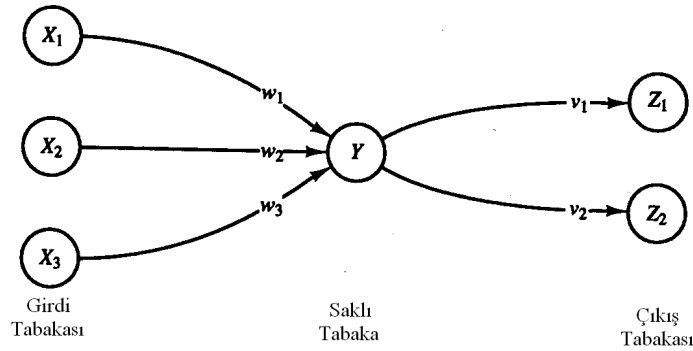


Şekil 6.1 Kalite kontrol evrim sürecinin tarihsel gelişimi (Aydın, 2000)

Bir ürünün kalite kontrolü ve güvencesinin sağlanabilmesi için elimizde söz konusu ürün ile ilgili verilerin olması ve bu elde edilmiş olan verilerin de çeşitli yöntemler ile değerlendirilmesi, sınıflandırılması gerekliliği vardır. Sinirsel ağlar ve bulanık mantık yapıları bu konular için günümüzde kullanımı en yaygın olan sistemlerdir.

6.1 Sinirsel Ağlar

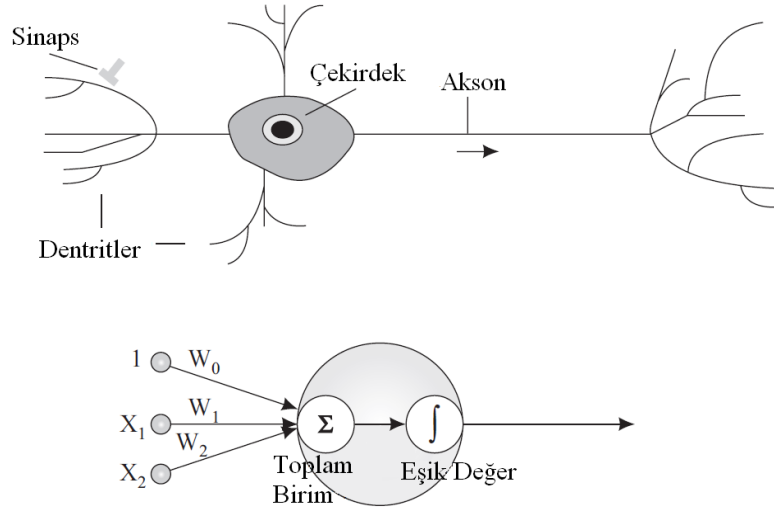
Sinirsel ağlar, topolojisinden ve bilginin saklanması, manipüle edilme yönteminde dolayı konvansiyonel bilgisayarların yetersiz kaldığı birçok işlemi yapabilecek yetenektedir. Buna göre sinirsel ağların algıladığı sinyaller zayıf ve bozuk olsa bile tanımlama yeteneğine sahiptirler. Sinirsel ağlar bir işlemdeki girdileri daha önce tanımlanmış olan sınıflara ayırabilecek ya da bu girdileri gruplayarak kategoriler oluşturabilirler. Ancak sinirsel ağların belki de en önemli özelliği güncel verilerden prosesleri ve sistemleri modelleyebilmesidir (Turası, 1995).



Şekil 6.2 Basit bir sinirsel ağın gösterimi (Fausett, 1994)

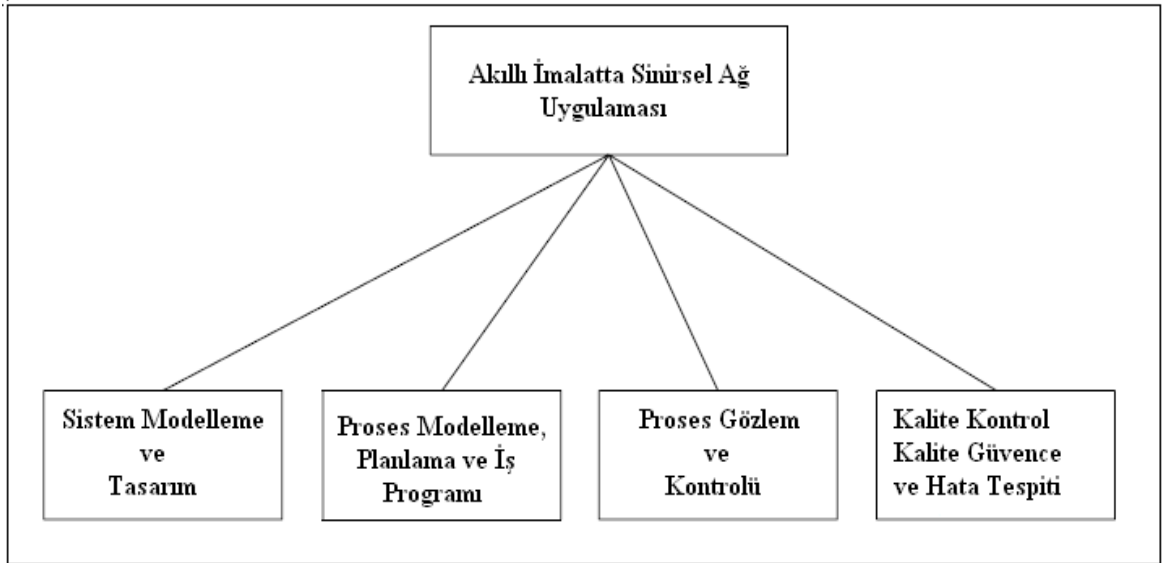
Basit bir sinirsel ağın yapısı Şekil 6.2'de gösterildiği gibidir. Sinirsel ağlar havacılık, otomotiv, bankacılık, taşımacılık, telekomünikasyon başta olmak üzere pek çok alanda çeşitli uygulamalara sahiptir. İmalat uygulamalarında ise; üretim süreçlerinin kontrolü, parça tasarımı ve analizi, görsel kalite tespit sistemleri, kaynak kalitesi analizleri, makine bakım analizleri, planlama ve yönetim gibi çok çeşitli konu başlıklarına ve uygulama sahasına sahiptir.

Sinirsel ağlar, yapı itibarıyla insan beyni ve sinir sistemi ile büyük benzerlikler göstermektedir (Şekil 6.3). Bu ağlar deneyimledikleri, yaşadıkları süreçleri öğrenmekte ve bu öğrenme süreci sonrasında ise yeni problemlerle karşılaştıklarında çözüm sunabilmektedirler.



Şekil 6.3 Biyolojik ve yapay sinir ağlarının geriye yayılma algoritmasının basit gösterimi
(Chennakesava, 2008)

Bir akıllı imalat sisteminde pek çok farklı birim arasındaki bilgi akışının sağlanması ve buna göre sürecin devamı ile ilgili bilgilerin oluşturulmasında sinirsel ağların görevi vardır.



Şekil 6.4 Akıllı imalat sistemlerinde sinirsel ağların kullanım alanları (Wang ve Kusiak, 2001)

Şekil 6.4'ten de görülebildiği gibi bir sinirsel ağ uygulaması farklı birimlerle bağlantı içerisindedir. Bu noktada kalite ile ilgili olan kalite kontrolü ve kalite güvencesi konuları dikkati çekmektedir. Günümüz modern imalat anlayışında kalite güvencesinin üzerinde durulması gereken asıl bölüm olduğunu daha önce de belirtilmişti. Bundan ötürü, sinirsel ağlar ile kalite kontrolü ve kalite güvencesi arasındaki ilişki önemli bir yapı oluşturmaktadır.

Bunun yanı sıra günümüzde özellikle hücre(cell) yapısındaki imalat sistemlerinde bulanık mantık uygulamaları karşımıza sıklıkla çıkmaktadır. Bulanık mantık ve işleyişinin imalatta kullanılması dolayısıyla kalite sistemine entegrasyonu da mümkün olmaktadır. Bu noktada bulanık mantık yapısını incelemek ve bunun imalat süreçlerinde kullanımını göstermek de gereklidir.

6.2 Bulanık Mantık

Bulanık mantık, Kaliforniya Berkeley Üniversitesi profesörlerinden Lütüfî Aliasker Zade tarafından ortaya konmuş bir yapıdır. Yaygın olan mantık kavramından farklı olarak bulanık mantık, sadece (0) ve (1) değerlerini kullanmayan (Nonbinary), bunların arasındaki değerleri de göz önüne alan mantık yapısıdır.

Bulanık mantığın sahip olduğu “nonbinary” mantık yapısı klasik değerlendirmelerdeki doğru/yanlış, evet/hayır, yüksek/alçak gibi ifadelerin ara değerlerinin gösterimine izin vermektedir. Bulanık mantık yapısında çok uzun ya da çok hızlı gibi kavramlar matematiksel olarak formüle edilebilip bilgisayarlar tarafından işlenebilir. Bundan dolayı da insan gibi düşünebilen yapıdaki bilgisayar programlarının yolunu açtığı kabul edilmektedir (Chennakesava, 2008).

Bulanık mantık yapısı ile sinirsel ağların pek çok ortak noktası olmasına rağmen ayrıldıkları en önemli nokta, sinirsel ağların bir giriş verisine ihtiyaç duyarken, bulanık mantıkla çalışan bir sistemde ise sezgisel, bulgulara dayalı bir bilgiye ihtiyaç vardır.

Aynı zamanda bulanık mantık uygulamaları çoğu noktada geleneksel mantık uygulamalarından hem daha kolay hem de çok daha düşük maliyetli çözümler sunabilmektedir. Ayrıca bulanık mantık sistemleri geleneksel mantık yöntemlerine göre çalışılan yapıyı daha hızlı ve iyi analiz edebilmektedir.

6.3 Sinirsel Ağlar ve Bulanık Mantığın Kalite Kontrolünde Kullanımı

Kalite kontrolü ve kalite güvencesi temel olarak devam eden ya da tamamlanmış imalatlardaki aksaklıkların ve hatalı parçaların üretilip üretilmediğini belirlemekle görevlidirler. Sinirsel ağlar ise bu işlemlerdeki yapı ve bağlantıları tanımlaması açısından önemli bir kullanım alanına sahiptir.

Sinirsel ağların kalite konusundaki uygulama örnekleri 1990’lı yılların başlarında ivme kazanmıştır. Bu konudaki çalışmaları gerçekleştirenlerden Villabos ve Gruber (1991)’de laser

yayınım tekniği ve sinirsel ağları kullanarak talaşlı olarak işlenmiş parçaların yüzey kalitelerinin tespitini sağlamışlardır (Villabos ve Gruber, 1991).

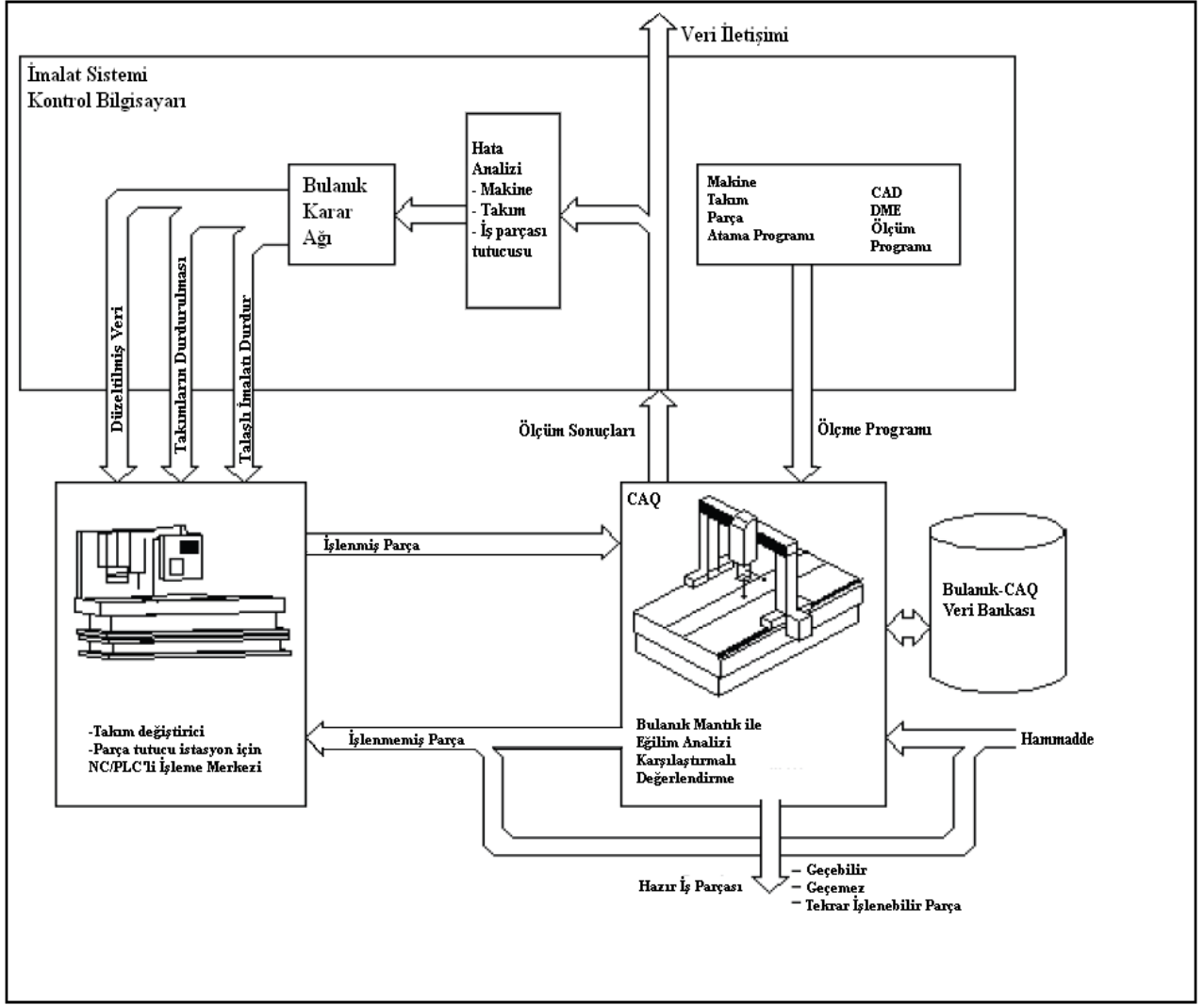
Bunun yanı sıra Smith (1993) de çok katmanlı ileri beslemeli sinirsel ağ yapısı ile termoplastik enjeksiyon malzemelerin ürün kaliteleri hakkında öngörüle bulunmaya çalışmıştır. Geri yayılım algoritmasını kullandığı sisteminde çok çeşitli termoplastik malzeme bileşeni kalitesinin değişkenliğini tahmin edebilmiştir. Bu çalışmasıyla, kontrol kartları ve istatistiksel diğer tekniklere oranla ürün kalitesinin tahmininde çok daha doğru bir yaklaşım sağlamıştır.

Bu araştırmalar gibi daha pek çok çalışmanın konusu olmuş olan sinirsel ağların kalite konusunda kullanılması, araştırma sonuçları ile elde edilen verilerden yapılan yorumlamalar aracılığıyla, ürün kalitelerinin öngörülmesi ve sağlanmasında diğer geleneksel yöntemlere göre üreticiye avantaj sağladığı fark edilmektedir.

Sinirsel ağlar kullanılarak oluşturulan, günümüz imalat yöntem ve uygulamalarında hızla önemi artan bir diğer önemli konu ise bulanık mantık yaklaşımıdır. Bu yöntemler geleneksel yaklaşımlara göre hem daha net sonuçlar ortaya koymakta hem de sistemden alınacak cevaplar kısa sürelerde elde edilebilmektedir. Ayrıca bulanık mantık ile tasarlanmış olan bir yapı standart bir yapıya göre daha hızlı olmasının yanı sıra sistem kaynaklarını çok fazla kullanmadan ve zorlamadan sonuç üretebilmektedir.

Bulanık mantık, günümüzde verilerin kontrolü ve doğruluklarının sağlanması açısından pek çok sektörde sıklıkla kullanılan bir mantık yapısıdır. Bir makinenin işleyişinden, otomobillerin fren sistemine göre çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Şekil 6.5'te imalatı yapılacak olan bir parçanın bulanık mantık ile modern imalat sistemleri arasındaki iletişimi ve bağlantıları görülmektedir. Buradaki sistem içerisinde işleme ünitesi, ölçme ünitesi ve ara birimlerden oluşan bir yapı söz konusudur. İşlenecek parçanın bulanık mantık yaklaşımları ile verilmiş ve süreç esnasında elde edilen verilerden de yararlanarak hedeflenen yapıda ortaya çıkması için gerekli operasyonları sağlaması öngörülmektedir.

Bu sistemin uygulamaları arasında; sinyal işleme, şekil tanıma, kalite güvencesi ve endüstriyel kontrol, hava tahmini, kredi derecelendirmesi, uyarlanabilir süreç kontrolü, robot kontrolü gibi çok çeşitli alanlar ve konular vardır. Olası yeni uygulamaları arasında ise kullanıcı dostu uygulama ara yüzleri, otomatikleştirilmiş programlama, veri tabanı yönetimi sayılabilir (Chennakesava, 2008).

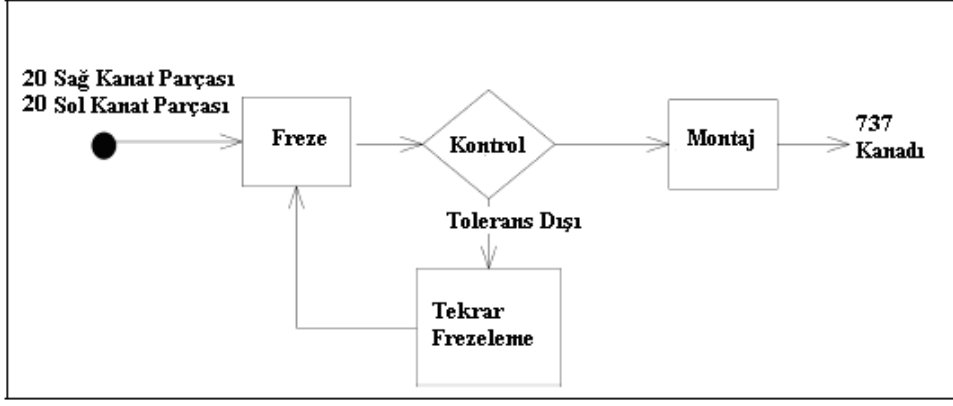


Şekil 6.5 Modern imalatın bulanık mantık ile kontrolü (Osanna vd., 2004)

6.4 Bilgisayar Destekli Kalite Güvencesi

CAQ, bilgisayarlar ve bilgisayar kontrollü makinelerde, ürün kalitelerinin tespiti ve tanımlanması için bir mühendislik uygulamasıdır. CAQ sistemleri tersine mühendislik uygulamalarında 3B tarama ile elde edilen verilerin CAD ortamına aktarılmasında ve CMM'ler vasıtasıyla parçaların bilgisayar destekli kontrolünde kullanılmasının yanı sıra FMEA, APQP gibi alanlarda da kullanılabilir.

Dünyanın önde gelen havacılık firması Boeing tarafından çift motorlu 737 model uçağının kanat önlerinde her kanat için kullandığı 20'den fazla kanat kenar paneli bulunmaktadır. Şekil 6.6'da üretim hattındaki kanat kenar prosesi gösterilmiştir. Burada kanat kenarları işlenmiş, kontrol ve kanada montajı gerçekleştirilmiştir. Ancak kontrol sonrası toleransların dışında kalan parçalar ıskartaya çıkartılması ve yeni panellerin işlenmesi gösterilmiştir.



Şekil 6.6 Boeing firmasının uçak kanat kenarı imalatında kullandığı genel proses yapısı (Venkatesh vd., 2007)

Turası(1995)'nin da belirttiği gibi üretimin bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmeye başlanmasıyla kalite kontrol anlayışının yerini kalite güvence almıştır. Bu yaklaşıma göre üretim süreciyle ilgili önemli bilgilerin saklanarak ve %100 ürün kontrolü ile ürün kalitesinin sürekliliği sağlanabileceğini belirtmiştir.

İmalatın giderek daha fazla bilgisayar destekli ve kontrollü olduğu modern anlayışta elbette kalite kontrolü ve kalite güvencesinin bilgisayar desteği ile sağlanması kaçınılmazdır. Bunun nedenleri arasında bilgisayar destekli üretim sonucu artan imalat kapasiteleri ve buna karşılık geleneksel kalite kontrol sistemlerinin yetersiz kalabilecek olması sayılabilir. Ayrıca bilgisayar destekli yapılacak kalite kontrolü sistemi daha doğru bir biçimde inceleyerek hataların azalmasını sağlayacaktır.

6.4.1 CAQ'nun Genel Yapısı

BDM sistemlerinde kontrollerin gerçekleştirilmesi için gerekli CAQ sisteminde ara yüzler için gerekli olan bilgiyi sağlayacak algılayıcılar, algılanan bu verilerin işlenmesini ve değerlendirilmesi sonucunda elde edilen verilere göre yeni bir çıktı sağlayacak olan işlemci birimi ve süreç çerçevesinde ölçümlerin gerçekleştirilebileceği bir ölçüm ortamına sahip olmalıdır.

Bir CAQ sistemi içerisindeki özellikle tasarım ile ilgili olan birimleri ve bu birimlere bağlı olarak gerçekleştirilen görevleri belirtmek gerekirse;

- Ölçüm cihazlarının yönetimi
- Ürünlerin kontrolü
- İstatistiksel Süreç Kontrolü
- Belgelendirme başlıkları altında incelenebilmektedir.

Burada da görülebileceği gibi CAQ sistemi tüm kontrol sistemlerinde olduğu gibi somut verilere ihtiyaç duymaktadır. Bu verileri de ölçüm cihazları vasıtasıyla bünyesine alarak istatistiksel süreç kontrolü gibi yardımcı birimlerle sürecin karakteristiklerinin takip edilmesi ve geliştirilmesi ve sonucunda da bunu kullanıcıya sunması temeline dayanır. Tasarım açısından CAQ'yu ele aldığımızda CAD sistemi ile bağlantısının mümkün mertebe sorunsuz çalışması gerekmektedir. Ayrıca üretimin farklı birimleri arasındaki veri geçişlerinde de söz konusu birimler arasındaki bağlantıların sağlanması gerekmektedir.

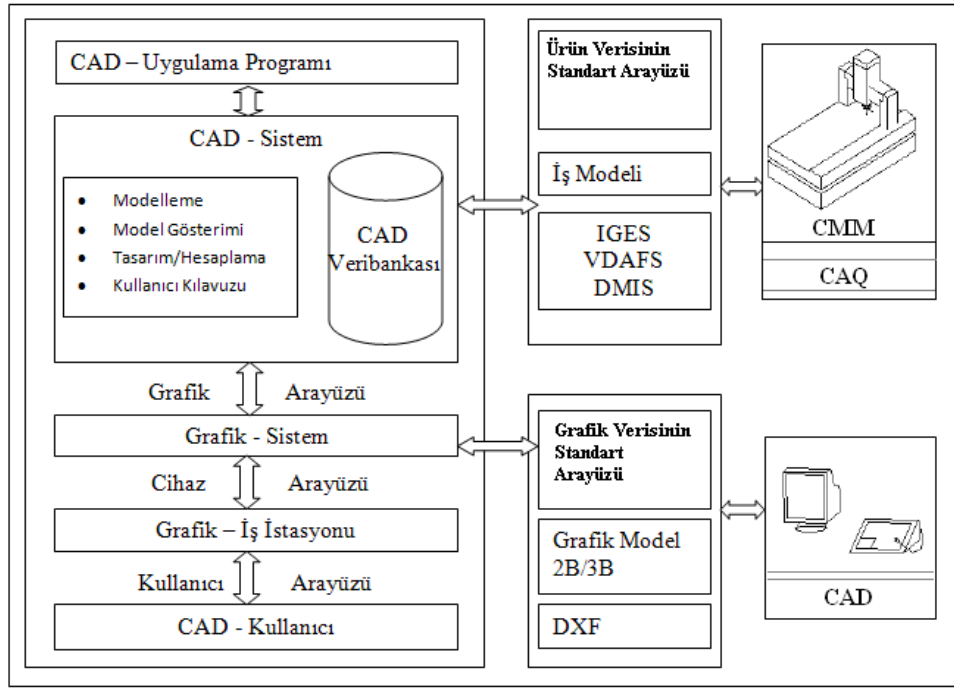
6.4.2 CAQ ile CAD Bağlantısı

CAQ sisteminin aynı zamanda CAD/CAQ bağlantısını sağlaması beklenmektedir. CAD/CAQ bağlantısı, değiştirilebilir otomatik üretimde kalite yönetimi için temelinde koordinat ölçümünün bir bilgisayar ağı içine entegrasyonu ile mümkündür.

CAD/CAQ veri iletişimi, mühendislik, konstrüksiyon, kontrol, değerlendirme ve kalite yönetimi arasındaki etkileşimlerin çeşitli görevlerini bir araya getirir. Bu görevler, toleranslara uygun biçimde iş parçası geometrisinin kurulumu, bu geometriye uygun toleransların seçimi, kontrol için iş parçalarının seçimi, ölçülerin sıralamasına uygun olarak kontrolün planlanması, otomatik ölçümler için kontrol verilerinin üretilmesi, ölçüm kontrol verisinin seçimi, ölçüm sonuçlarının aktarımı ile ölçme verilerinin istatistiki değerlendirilmesi ve analizi olarak tanımlanabilir (Durakbaşı, 2008).

Durakbaşı'ya (2008) göre yukarıda bahsi geçen tüm bu görevler ve problemler CAD sistemleri ile olan ara yüzlerinde çok önemlidirler. Ara yüzler, sistem içerisindeki çeşitli modüllerin tam bağlantısını mümkün hâle getirmektedirler. Ara yüzler farklı değerlendirme kriterlerine göre şu şekilde sıralanabilir.

- Veri biçimi
- Veri yapısı
- Verinin geçici ya da sürekli saklanması



Şekil 6.7 CAD/CAQ Arayüzleri (Durakbaşa, 2008)

CAD verilerinin CAQ ile kontrolünün önemi; tasarlanmış parçaların, modellerin, CMM ile ölçümlerinin yapılması sırasında ortaya konulacak olan iletişimin kalitesini ve doğruluğunu belirlemesi açısından büyük öneme sahiptir. Ölçüm kolaylığı, hız, hassas ölçüm yapabilme ve esnek kullanım gibi pek çok avantajları bulunan koordinat ölçüm cihazlarının modern imalat süreçlerinde kullanılmaması düşünülemez.

Tasarım kesin bir doğrulukta yapılmış olduğu varsayılsa dahi farklı bir sisteme geçiş esnasında bilgi kayıpları söz konusu olacaktır. Bu kayıplar söz konusu tasarıma göre istenilenden çok farklı ölçü, biçim ve formlarda nihai ürünlerin elde edilmesine ve istenilen özelliklerin yakalanamamasına neden olabilir. Bu sebeple söz konusu geçişler arasında veri kaybının yaşanmaması için çeşitli ara yüz birimlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu sistemlerin verileri aktaracakları ve işlenmiş olan iş parçaları üzerinden yeni bilgiler elde edebilmek için yapılan işlemlere göre, modern imalatın da gerek duyduğu uygun ölçüm araçlarını kullanmaları gerekmektedir. Ölçme ve kontrolde kullanılan araçlar da konu içerisinde önemli bir yere sahiptir.

7. METROLOJİNİN TASARIM VE KALİTE İLE İLİŞKİSİ

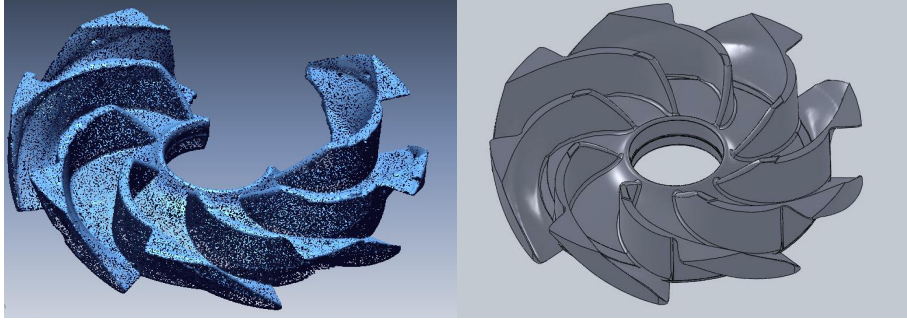
Metroloji yani ölçüm bilimi günümüz imalat sistemlerinde ihtiyaç duyulan önemli bir alandır. Ancak sadece yaşadığımız modern çağda değil, geçmiş dönemlerde de uzunluk, boyut, miktar gibi çeşitli alanlarda ölçümler uygarlığın başlangıcından beri yapıla gelmiştir. Rekabet

koşullarının artması, üretimi yapılan parçaların kalite kontrollerinin titizlikle yapılabilmesi için parçanın imalat süresince geçirmiş olduğu işlemler sonucunda ortaya çıkacak değişikliklerin veriler halinde elimize ulaşması metrolojiyi gerekli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Metroloji sadece imalat sanayisinde kullanılmamaktadır. Çeşitli bilim dallarında ve mühendislik uygulamalarında kullanılan debi, uzaklık, zaman, hız ölçümü vb. konularda da çok geniş bir yelpazede insanlığın hizmetindedir. İmalat sanayisinde ise özellikle hassas operasyonların öngördüğü değerlerin tespiti için geleneksel ve ileri teknoloji ürünü çok çeşitli ölçüm aygıtları kullanılmaktadır. Mikrometre, kumpas, mihengir gibi aletlerin yanı sıra CMM gibi bilgisayar destekli sistemlerin de kullanımı yaygındır. Tüm bu araçların kullanılmasında kullanıcıya yol gösteren ve ölçüm kalitesinin artmasını sağlayan koşulları metrolojinin ilkeleri arasında bulabiliriz.

Ölçüm biliminde ve uygulamalarında pek çok temel prensip vardır. Bunlar, ölçüm cihazlarının skalasını belirten okunabilirlik, bu skalada okunabilen iki değer arasındaki en küçük farklı belirten en küçük değerlendirme, ölçme cihazının ibresinin hareket miktarının ölçülen fiziksel büyüklüğe oranı olan duyarlılık, mekanik sürtünmeler, manyetik etkiler, elastik deformasyonlar ile ısı etkilerinin neden olduğu ölçme değerlerinin farklı okunmasına neden olabilen histerizis olayı, ölçümde gerçek değer ile cihazın ölçtüğü değer arasındaki fark olarak belirtilen doğruluk, aynı büyüklüğün ölçümünde tekrarlanan farklı ölçümlerin aynı değerleri verebilme özelliği olan kesinlik, çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilen ve doğru ölçüden sapma olarak tanımlanan hata, ölçü aletinin doğruluğu bilinen başka değerler ile karşılaştırılması olarak tanımlanan kalibrasyon ve çeşitli kuruluşlarca kabul edilen ölçüm sırasında uyulması gereken kuralları, yöntemleri belirten standartlar olarak tanımlanabilirler (Genceli, 2005).

Yüzey ve boyutların belirlenmesi için sıklıkla kullanılmalarının yanı sıra ölçüm cihazları aynı zaman da tersine mühendislik uygulamalarında da kullanılmaktadır. Şekil 7.1'de tersine mühendislik uygulamasıyla bir fanın öncelikle nokta bulutu, sonrasında ise CAD verisinin elde edilmesi görülmektedir.



Şekil 7.1 Tersine mühendislik uygulaması ile bir fanın bulut görüntüsünün elde edilmesi ve bulut görüntüsünden CAD verisine geçiş [2]

İmalat sanayisinde, üretimi yapılan ve yapılmış olan malzemelerin kontrolü ve boyut, konum gibi değerlerinin ölçülmesi konusunda günümüzde konu ile ilgili çalışan kişilere yardımcı olan pek çok araç mevcuttur. Bu araçları, ASM (1997) genel olarak üç başlık halinde incelemektedir. Bunlar, görsel kontrol, lazerli kontrol ve CMM'ler vasıtasıyla parça özelliklerinin kontrolüdür.

Söz konusu bu yöntem ve cihazlardan günümüzde imalat sanayisinde yapılan ölçümlerde en fazla kullanılanı CMM'lerdir. Aynı zamanda ölçme probundan oluşan ölçme kolları da sanayide sıklıkla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra ilk iki yöntemde çeşitli alanlarda karşımıza çıktığı için kısaca incelenmesi faydalı olacaktır.

7.1 Görsel Kontrol

Görsel olarak yapılan kontroller genellikle yüzeylerdeki çatlaklar ve kırıklar gibi büyük ve görülebilen yerlerde kullanılmaktadır. Bu tip kusurlar da kalite açısından istenmeyen hatalardır. Görsel kontrol yöntemi ile gözle görünür hataların belirlenerek istenmeyen parçaların ayrılması hedeflenmektedir. Bu teknikte kullanılan ekipman, bir tüp içerisine yerleştirilmiş ve görüntülenecek yüzeyi aydınlatmaya yaran bir ışık kaynağı olan, çeşitli çap ve uzunluktaki, rijit ya da bükülebilir bir alettir (Şekil 7.2). Endoskop adı da verilen bu aletlerin benzerleri imalat sanayisi dışında özellikle tıp alanında da geniş bir kullanıma sahiptir. Günümüzde aydınlatma sistemi olarak LED'leri kullanılmaktadırlar. Aynı zamanda videolu tümleşik sistemleri de mevcuttur.



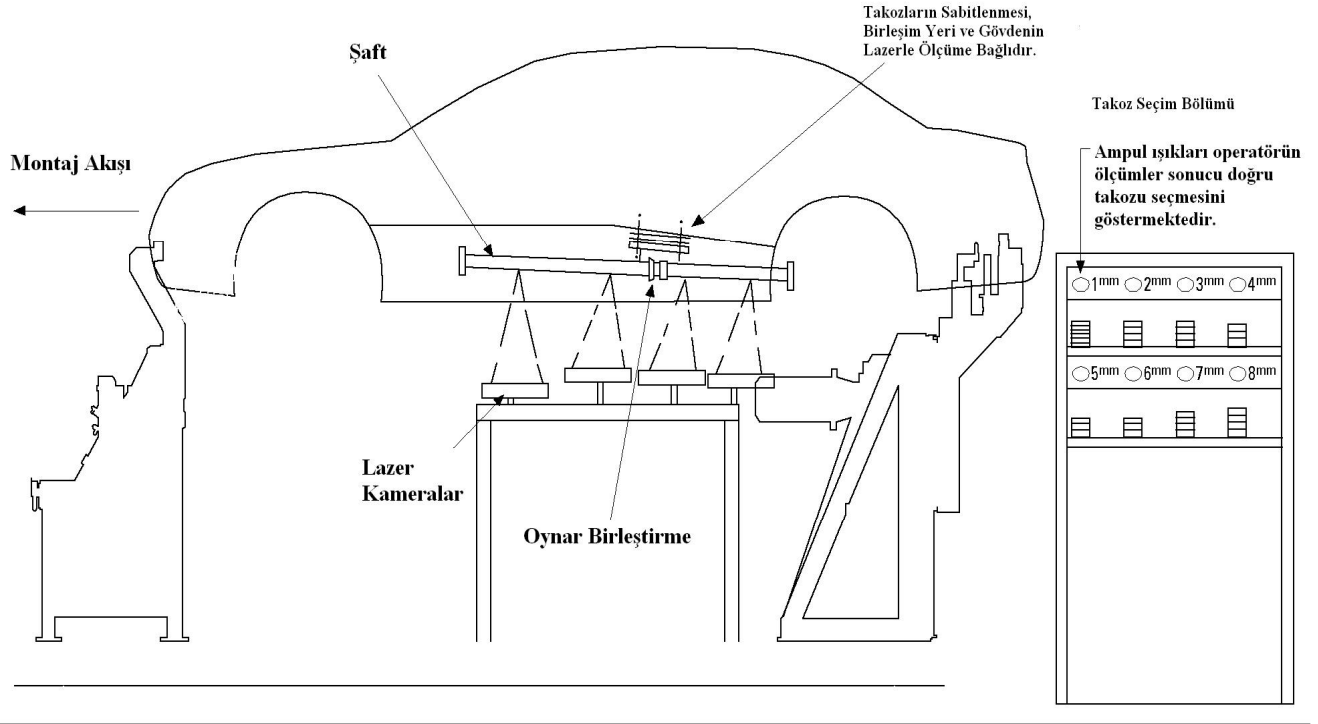
Şekil 7.2 Görsel kontrollerde kullanılan rijit ve esnek endoskoplar [3]

7.2 Lazerle Kontrol

Lazerle ölçüm ve kontrol sistemleri sürekli üretimin yapıldığı ve imalat sayısının buna bağlı olarak fazla olduğu otomotiv, dayanıklı tüketim malları gibi pek çok sektörde hızlı bir kontrol yapma olanağı sağladığı için sıklıkla kullanılmaktadırlar. Şekil 7.3'te lazerle ölçüm sisteminin bir araç montaj hattında sabitleme takozlarının birleştirilmesinde ölçme amaçlı kullanımı gösterilmektedir. Lazerler çeşitli tipleri dolayısıyla, özellikle ölçüm konusunda farklı kullanım alanlarına sahiptirler. Bu kullanım alanları;

- Boyutsal ölçüm
- Hız ölçümü
- Yüzey tespitidir.

Lazerlerin boyutsal ölçüm ve parça konumlarının belirlenmesinde kullanımında, ASM (1997) tarafından bazı teknikler önerilmiştir. Söz konusu teknikler, lazer tarama cihazı ile sabit ve hareketli parçaların ölçümü, foto-diyot dizileri üzerinden gölge düşürme ile sabit parçaların profil ölçümleri, girişim ölçer(interferometre) ile uzunluk, yer değiştirme ve hizalama değerlerinin ölçümü, parça kıyaslanması, hologram ile yüzeyin üç boyutlu ölçümü, ışığın kırınım biçimi ile küçük çaplı parça ve ufak yarıkların ölçümü, lazer nirengi duyargaları ile profilde görülmeyen konkav yüzeyler, dişli dişleri gibi bölümlerin ölçümü ve hız aracılığıyla uzunluk ölçümüdür.



Şekil 7.3 Otomobil montaj hattında lazer ölçüm sistemi ile sabitleme takozlarının birleştirilmesi (Knox, 1998)

Bunun yanı sıra lazerler tümleşik olarak bulunduğu farklı ölçüm sistemleri de mevcuttur. Örneğin bazı CMM'lerde prob olarak ölçüm ve hata tespit amaçlı olarak da kullanılmaktadırlar.

7.3 Koordinat Ölçüm Cihazları (CMM)

CMM'ler günümüz imalat sanayisinde kullanılan gelişmiş teknoloji ürünleridir. Ölçümleri son derece hassas gerçekleştirebilmelerinin yanı sıra otomasyon uygulamaları için önemli çözümler sunmaktadırlar. Programlanabilme ve gerektiğinde bu programın hızla değişimine izin vermesi de CMM'leri avantajlı kılan özelliklerden birisidir. Aynı zamanda bilgisayar destekli yapılan işlemlerle, otomasyon aracılığıyla kontrol ve ölçüm hızları artmakta bu sayede kısa zamanda daha hızlı ve daha doğru sonuçlar alınabilmektedir. Zamanı kısaltması nedeniyle söz konusu ölçüm zamanı içerisinde daha çok parça kontrolü yapılabilmekte ve bu sayede verim artışı sağlanmaktadır. CMM'ler vasıtasıyla en küçük boyutlarda imal edilmiş parçalar ölçülebilmektedir. Örneğin nano boyutlardaki parçaların ölçümü de gelişmekte olan nano-CMM'ler vasıtasıyla hassas olarak gerçekleştirilebilmektedir. Çizelge 7.1'de konvansiyonel bir CMM ile nano-CMM'in karşılaştırılması verilmiştir.

Çizelge 7.1 Konvansiyonel CMM ile Nano-CMM'in çeşitli özelliklerine göre karşılaştırılması(Takamasu vd., 1996)

	Konvansiyonel CMM	Nano CMM
Makine Hacmi	~2000 mm ³	~200 mm ³
Ölçüm Mesafesi	1 dm ³	10 mm ³
Çözünürlük	0.1 mikro metre	0.25 nm
Hassasiyet	1 mikro metre	50 nm
Prob Çapı	5 mm	50 mikro metre
Ölçme Kuvveti	10 ⁻¹ N	10 ⁻³ N
Hassasiyet Ölçeği	1 mikro metre	10 nm

Şahin'in (2006) çalışmasında belirttiği üzere bir koordinat ölçme cihazı aşağıdaki kısımlardan oluşur:

- Mekanik sistem
- Hareket sistemi
- Kontrol sistemi
- Ölçme sistemi
- Dokunma sistemi
- Bilgisayar sistemi

Koordinat ölçme cihazları makine tipi ve operasyon tarzına göre sınıflandırılmaktadırlar. Yatay ve dikey olmak üzere iki ana makine tipi vardır. Bunun dışında bazı farklı tipte CMM'ler mevcut olmasına rağmen esas olarak bu iki sistemin bazı bölümlerinin farklılaştırılması sonucu değişik adlandırmalarla tanımlananları da vardır.

7.3.1 Dikey Tip Koordinat Ölçüm Cihazı

Dikey tip CMM yapısında prob köprü tarafından dikey olarak taşınmaktadır. Bu tip CMM'ler köprü yapısı itibariyle rijit cihazlardır. Dikey tip bir CMM, Gantry koordinat ölçme cihazıdır. Dikey (Gantry) tip CMM, iş parçasına herhangi bir destek vermemektedir. Cihaz iş parçası üzerinde durur. İş parçası bağımsız bir kurulum üzerinde oturmaktadır. Bu tipteki cihaz çok geniş iş parçaları için uygundur (Şahin, 2006).

Bu yapıların kullanım alanlarını belirleyen en önemli nokta parça büyüklükleri dolayısıyla ölçülmek istenen hacmin miktarıdır. Bir otomobil ile küçük bir parçanın üzerinde bulunan deliklerin ölçülmesi aynı CMM ile yapılmamaktadır. Burada otomobil üzerinde belirli noktaların ölçümleri alınarak genel olarak ölçüm profili çıkarılarak istenilen değerlere uymayan parçalar gözden geçirilebilir. Ancak küçük parçalarda örneğin bir rulman için istenilen değerler ve ölçüm prosesi farklı olmakta ve bundan dolayı sadece o ölçüm için istenilen hassasiyet ve hızda gerçekleştirebilecek CMM yapıların seçilmesi önemlidir. Şekil 7.4'te ayaklı köprülü bir CMM ile otomobil yüzeyinin ölçümü görülmektedir.



Şekil7.4 Ayaklı köprülü CMM ile bir minibüsün ölçümü [3]

Genel yapısı itibarıyla en çok kullanılan ve pek çok iş parçasına uygulanabilen tipte CMM'lerdir. Nümerik kontrollü ve manüel olarak kullanılabilirler. Dikey tip CMM'ler kullanım alanına göre farklı tip ve boyutlarda olabilirler. En fazla kullanılan tipleri şunlardır.

- Kolon tipi koordinat ölçüm cihazı
- Sabit köprülü koordinat ölçüm cihazı
- Hareketli köprülü koordinat ölçüm cihazı

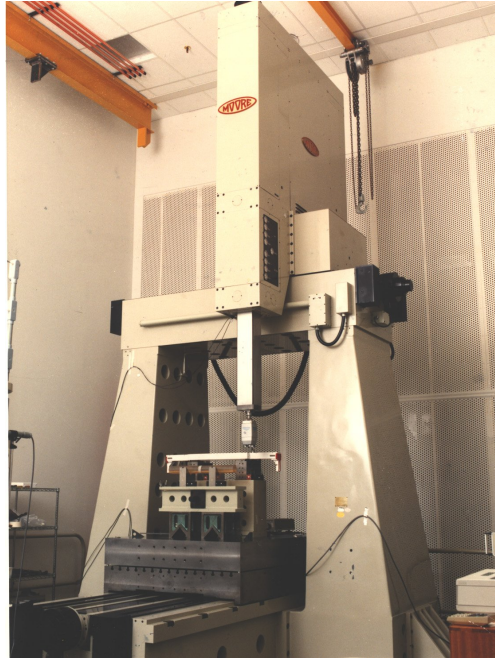
7.3.1.1 Kolon Tipi Koordinat Ölçüm Cihazı

Kolon tipi CMM'ler bir köprü üzerine yerleştirilmiş ve z-ekseni rijid olacak şekilde yapılandırılmış aletlerdir. Bu yapı ile yüksek hassasiyette ölçümler yapılabilir. Sabit köprülü

bir yapılandırma da yapılabilmektedir. Ancak bu durumda ölçüm hacmi ve hızı kısıtlanmaktadır.

7.3.1.2 Sabit Köprülü Koordinat Ölçüm Cihazı

Sabit köprülü CMM'ler şekil 7.5'te görüldüğü gibi, yapısı itibariyle son derece rijid bir sistemdir. x-z eksenleri yönünde çok hızlı hareketler gerçekleştirebilir. Geniş makinelerde hareketli tablası ağırlığı verimli iş kapasitesini düşürebilir. Bu sebeple boyutlarının özellikle büyük parçalarda yapılan işlemler üzerine etkisi vardır.



Şekil 7.5 Sabit köprülü CMM yapısı [4]

7.3.1.3 Hareketli Köprülü Koordinat Ölçüm Cihazı

Hareketli köprü tasarımı ile benzer yapıdaki CMM'lerde olan kısıtlamalar daha azdır. Bunun nedeni tasarımın yardımıyla elde edilen genişletilmiş bir y eksenine sahip olmasıdır. Sistemin ağırlığının ek destekler ile artması dolayısıyla, dinamik kuvvetleri artırır. Bu da sistemin hazırlanması için gerekli olan süreyi azaltır. Şekil 7.6'da hareketli köprülü yapıda bir CMM görülmektedir.



Şekil 7.6 Hareketli köprülü CMM yapısı [3]

7.3.2 Yatay Tip Koordinat Ölçüm Cihazları

Yatay tip CMM dikey tipe olduğu gibi dik bir düzlem yerine yatay düzleme yerleştirilmiş koldan ve ucundaki probdan oluşmaktadır. Yapısı itibariyle daha büyük ve geniş bir çalışma alanına sahiptir. Günümüzde yatay CMM'lerden en çok kullanılan tiptekiler şunlardır.

- Sabit tablalı koordinat ölçüm cihazı
- Hareketli tablalı koordinat ölçüm cihazı
- Hareketli ram(koç) koordinat ölçüm cihazı

Yatay CMM'in avantajı kapalı olmayan geniş bir çalışma alanı sunabilmesidir. Genellikle büyük hacimli iş parçalarının ölçümlerinde tercih edilmektedirler (Şahin, 2006).

Çeşitli sanayi dallarında kullanılan kalıpların ölçümlerinde çoğunlukla bu tip CMM'ler kullanılmaktadır. Yapısının dışında kalıpcılıkta tercih edilmesinin bir diğer önemli noktası da ölçüm hassasiyetinin daha iyi olmasıdır. Ayrıca ölçüm yapılacak parçaların tezgaha bağlanması ve çözülmesi dikey tipe göre daha kolaydır.

7.3.2.1 Sabit Tablalı Koordinat Ölçüm Cihazı

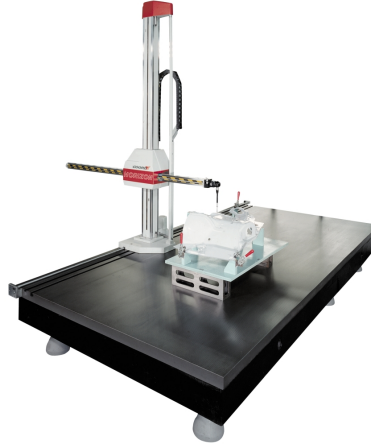
Sabit tablalı koordinat ölçüm cihazlarında ölçüm probu yatay bir kola bağlı olarak ve kol desteği köprü tipi yapıyla desteklenmiştir. Bu tip CMM'ler genellikle düz yüzeylerin ölçümlerinde ya da sıralı silindirik yüzeylerin tespit ve kontrolünde kullanılmaktadır. Şekil 7.7'de sabit tablalı bir CMM görülmektedir.



Şekil 7.7 Sabit tablalı CMM yapısı [5]

7.3.2.2 Hareketli Tablalı Koordinat Ölçüm Cihazı

Bu CMM yapısında ölçme işlemini gerçekleştirecek olan prob dikey z ekseni yönündeki kolonda hareket eden yatay kola bağlıdır. Dönel hareketli tablası dolayısıyla çok yönlü bir CMM'dir. Şekil 7.8'de bu yapıdaki bir koordinat ölçüm cihazı gösterilmiştir.



Şekil 7.8 Hareketli tablalı yatay CMM yapısı [5]

7.3.2.3 Hareketli Ram(Koç) Koordinat Ölçüm Cihazı

Bu yapıda diğer tip yatay CMM'lere benzemektedir. Bu yapıdaki CMM'de prob yatay y yönünde hareket eden bir kola tutturulmuştur. Ram(Koç), Referans noktası olan tabana göre yatay x yönünde hareket eden bir kolon ve bu kolonla desteklenen z yönündeki taşıyıcı hareketi gerçekleştiren ilerlemelerin tamamını içermektedir.

7.4 Ölçme Kolu

Ölçme kolları, yüksek hassasiyetli aynı zamanda da istenilen yerde istenilen ölçümü yapabilecek seyyar ölçüm cihazlarıdır. Ölçme kolları bu yapıları nedeniyle sıklıkla ve farklı noktalarda ölçüm yapılan çalışmalarda çokça kullanılmaktadır.

Ölçme kolları günümüzde tersine mühendislik uygulamalarında, istatistiksel analiz ve proses kontrolünde, parçaların incelenmesinde ve prototipleştirme işlemlerinde kullanılan yapılardır.

Taşınabilir olması, hafif yapısı, kurulum ve kullanım kolaylığı nispeten büyük ve ağır parçaların olduğu hemen hemen tüm operasyonlarda kullanılabilmesi ölçüm kollarının en büyük avantajları arasında gösterilebilir. Şekil 7.9'da bir ölçme kolu görülmektedir.



Şekil 7.9 İmalatlarda kontrol amaçlı kullanılan ölçme kolu [3]

7.5 Ölçme Cihazlarında Kullanılan Prob Tipleri ve Ölçüm Yöntemleri

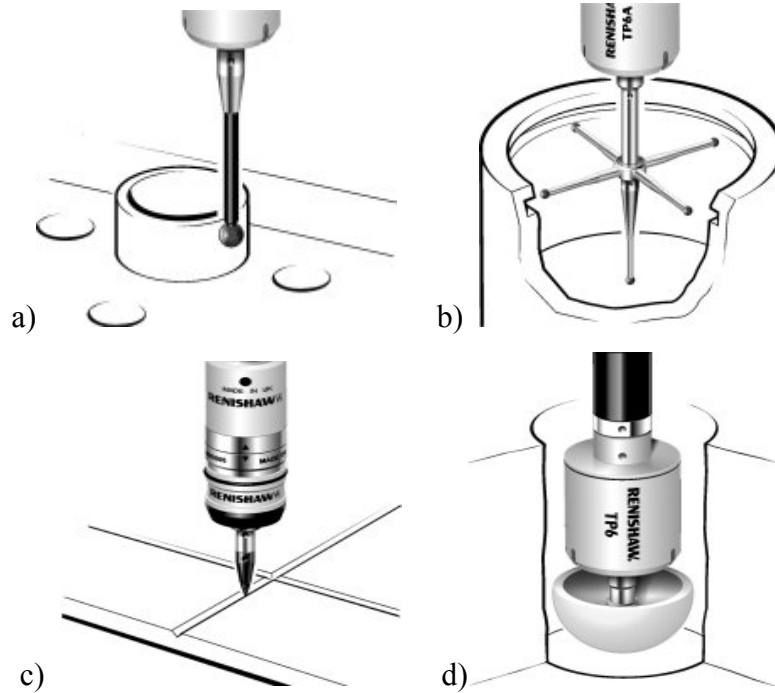
Ölçme cihazlarında ölçüm işleminin yapılması prob adı verilen özel olarak tasarlanmış ve imal edilmiş ölçme uçları aracılığıyla gerçekleşmektedir. Özellikle CMM'lerde üç eksende hareket edebilen yapıda problemlerin bulunması gereklidir. Farklı uygulamalar için eksen sayıları değişebilmektedir.

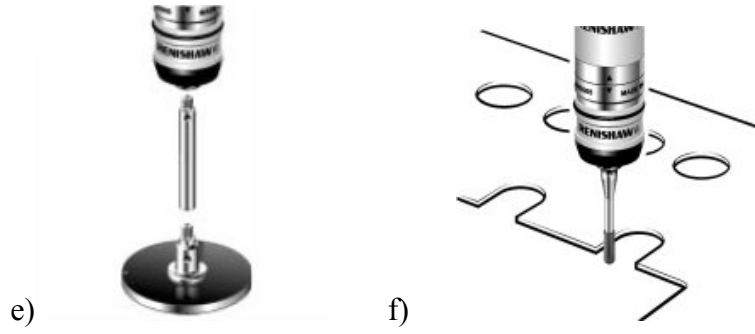
Bunun yanı sıra sadece temaslı değil aynı zamanda kameralı (Topometrik Görüş) sistemler ve lazerli sistemlerin de kullanıldığı temassız problemlerin de koordinat ölçüm cihazlarında, özellikle tersine mühendislik uygulamalarında kullanımı mevcuttur (Şahin, 2006). Şekil 7.10'da temas tetik prensibiyle çalışan bir prob görülmektedir.



Şekil 7.10 Temas tetik probu [6]

Dokunma ile yapılan ölçme işlemlerinde probun yapısı, prob ucunun şekli ve malzemesi önemlidir. Karbon fiber, paslanmaz çelik ve seramik gibi malzemeler yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. Ölçümü yapacak olan ucun tam bir küre şeklinde olması gereklidir. Bu sayede ölçüm esnasında alınan değer ile hesaplama yapılması kolaylaşır ve daha doğru verilere ulaşılır. Ayrıca prob ucunun parçaya en iyi ölçümü alabileceği şekilde yaklaşması ve ölçüm hassasiyetini koruması beklenmektedir. Böylece istenilen tamlıkta ölçüm alınarak hassasiyet sağlanabilir. Dokunma ile ölçüm yapan prob tipleri düz, yıldız, iğne(pointer), seramik oyuklu(hollow), disk ve silindir tipleri olmak üzere farklı tiplerde olabilmektedir (Şekil 7.11).





Şekil 7.11 Temaslı prob tipleri a) Düz tip prob b)Yıldız tip prob c) İğne(Pointer) tip prob d) Seramik oyuklu(Hollow) tip prob e) Disk tipi prob f) Silindir tipi prob [6]

Temassız ölçme işlemlerinde ise günümüzde çoğunlukla lazerler kullanılmaktadır. Lazerler özellikle geometrik olarak farklılıkların olduğu yüzeylerde çok hızlı bir biçimde ölçüm işlemini gerçekleştirebilmektedirler. Bu özellikleri sayesinde tersine mühendislik uygulamaları ve özellikle hızlı prototipleme işlemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır.



Şekil 7.12 Temassız ölçme işlemlerinde kullanılan lazer tip prob [7]

7.6 Ölçüm Cihazlarında Kullanılan Yazılımlar

Nümerik kontrollü ölçüm cihazlarının kullanımı çok geniş bir sanayi alanına yayılmıştır. Günümüz imalat süreçlerinde özellikle büyük miktarda üretim yapan sanayi dallarında manüel kontrollere rastlanması zordur. Çünkü modern anlayıştaki üretimde bir ürünü en hızlı biçimde üretmek esastır. Aynı zamanda hızın yanı sıra üretilen mamulün istenilen standartlara uygun olması da gerekmektedir. Bundan ötürü ölçüm sonuçlarının hızla elde edilmesi, değerlendirilmesi, sonuçlardan operasyon tarzlarının ve parametrelerinin süratle belirlenmesi önemlidir.

Bu noktada ölçüm cihazları ile kullanılan yazılımların önemi de artmaktadır. CMM'lerde pek çok firmanın sunmuş olduğu çeşitli paket programlar mevcuttur. Bunun yanı sıra kullanıcının istediği doğrultuda yazılmış ya da düzenlenmiş onlarca yazılım mevcuttur.

Bu noktada bazı paket yazılımlara bakacak olursak bunlar;

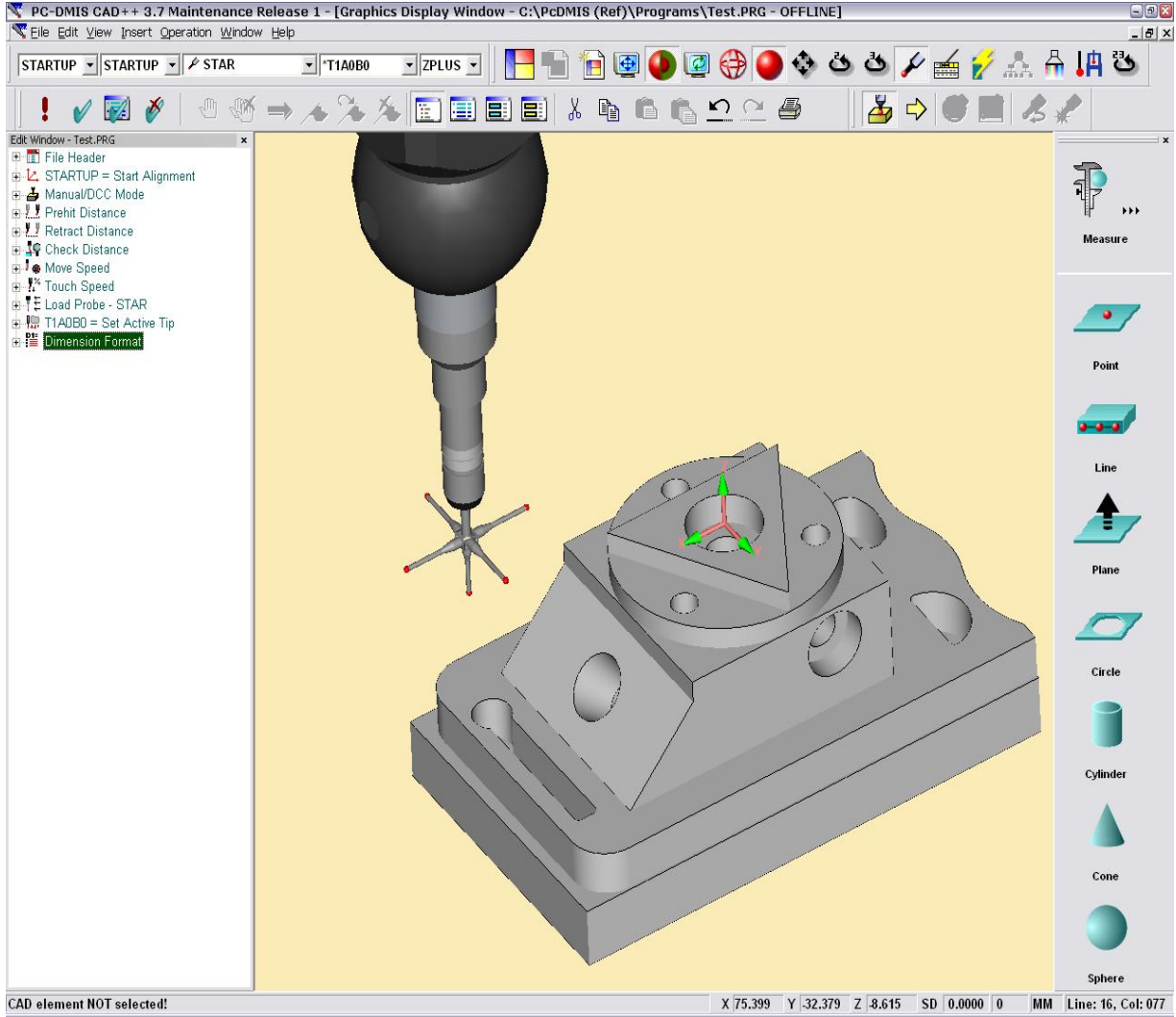
- PC-DMIS
- Quindos7
- Calypso
- Holos
- SPC-Light
- DataPage/RT
- G-Scan
- G-Tube
- G-Pad
- G-Surf vb. programlardır.

Söz konusu bu programlardan PC-DMIS, ölçüm ve kontrol yazılımıdır ve yazılım eklentileri ile değişik ölçümler için çok geniş bir şekilde ayarlanabilmektedir. Grafik kullanıcı arayüzü operasyonların daha kolay gerçekleştirilmesi sağlamaktadır. PC-DMIS dışında Open DMIS gibi benzer işlemleri yapan farklı firmaların geliştirdiği metroloji programları mevcuttur.

PC-DMIS askıda bulunan tam otomatik prob özelliklerinin tümünü içermektedir. Aynı zamanda prob kalibrasyonunu kullanıcının istediği şekilde adlandırılarak geri çağırılması ve çalıştırılması sağlamaktadır. PC-DMIS'in farklı boyutsal ölçümler için üç farklı sürümü bulunmaktadır. Bunlar;

- PC-DMIS Pro: Temel ölçümler ve programlanabilir fonksiyonları içermekte olan bir sürümdür. İsteğe bağlı olarak eklenen modüller ile ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi, DMIS girdi ve çıktıları ve IGES/DXF çıktıları elde edilebilmektedir.
- PC-DMIS CAD: CAD veritabanından doğrudan yüklenen tasarımlardan ya da ölçüm sonuçlarına bağlı olarak elde edilmiş CAD modelinin ölçme, programlama, takım simülasyonu ve grafiksel gösterimini içermektedir.

- PC-DMIS CAD++: Bu sürüm PC-DMIS CAD'in tüm fonksiyonlarının tarama özellikleri, sac levha işleri ve tersine mühendislik ile yüzey analiz araçları ile zenginleştirilmiş şeklindedir. Kalıp ve model üreticileri için ideal yazılımdır. Türbin bıçakları ve dişliler için gerekli özel isteklerin karşılanması için çok çeşitli uygulamalara sahip paketleri vardır. Şekil 7.13'te PC-DMIS CAD++ programı ara yüzünde yıldız uçlu prob ile yapılan çalışma görülmektedir.



Şekil 7.13 PC-DMIS CAD++ programının kullanıcı ara yüzü [8]

PC-DMIS dışında kullanılan diğer programlardan Quindos7 da CMM'ler için kullanılan bir metroloji yazılımdır. Bu yazılım 2B ve 3B'lu parçalar üzerinde ölçüm yapabilmektedir. Bu yazılım üzerinde tüm standart parçalar tanımlı olarak bulunmaktadır. Farklı geometrilere sahip parçalar için çok çeşitli paketlere sahiptir.

Calypso da yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır. Calypso özellikle proseslerdeki hızlı kullanımından ötürü öne çıkmaktadır. Ayrıca çoklu sensör kapasitesi, Calypso'nun önemli özellikleri arasında gösterilebilir. Calypso, tüm form, pozisyon ve yerleşim ölçümlerindeki

hataları önlemektedir. Ölçüm sonuçlarının okunma kolaylığı ve hataların hızlı bir biçimde tespit edilmesinin yanı sıra sonuçlar DMIS'in de içinde olduğu çeşitli ara yüzler arasında transfer edilebilmektedir [9]

Holos programı da diğer CMM programlarında olduğu gibi tasarım ya da yapı özelliklerinden elde edilen veriler ile ölçme programının üretilmesi esasına dayanmaktadır. İstenilen farklı uygulama tipleri için çeşitli alt sürümleri vardır. Bunlar; standart geometrik parçalar için kullanılan "Holos Geo", basit serbest yüzeyler ve manüel ölçümlerin sık alındığı uygulamalarda yararlanılan "Holos Light", karmaşık serbest yüzeyler, en üst düzeyde otomasyonun istendiği uygulamalar ve tarama işlemleri için "Holos Extended" ve taranmış çizgi ve noktaların sayısal ortama aktarılmasını sağlayan "Holos Digitize" olarak sıralanabilir.

SPC-Light adlı program ile işlemi yapılan proseslere ait verilerin kolaylıkla toplanarak analizlerinin yapılması gerçekleştirilmektedir. İstatistikî olarak işlemlerin takibi konusunda günümüz modern üretim süreçlerinde yararlanılmaktadır.

DataPage/RT ise küçük firmalardan, çok uluslu büyük firmalara kadar geniş bir alanda kullanılan bir istatistiksel proses kontrol yazılımıdır. Gelişmiş ölçüm ekipmanları ile elde edilen ve üretilen büyük veri hacimlerinin, kolaylıkla kontrol edilerek yönetilmesini sağlamaktadır.

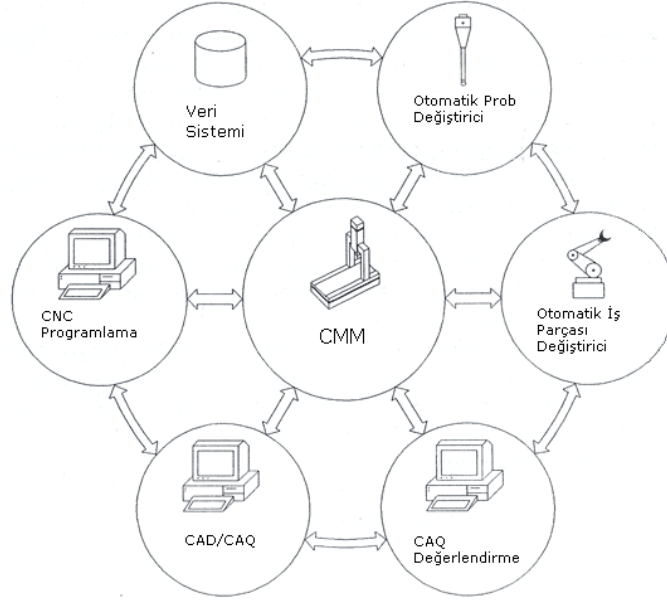
G-Scan ise tersine mühendislik uygulamalarında kullanılan nokta bulutu oluşturarak buradan yüzeylerin elde edilmesini sağlayan bir programdır. Bu yazılım ölçme kolları ile kullanılmaktadır.

G-Tube ise ölçüm yüzeyine temas etmeden tüp, boru gibi parçaların ölçülmesindeki önemli yazılımlardan birisidir.

G-Pad yazılımı ölçme kolları ile parça ölçümünde kullanılmaktadır. Tersine mühendislik uygulamaları için yardımcı ve etkili bir yazılımdır. Geometrik boyut ve toleranslandırma konusunda ISO 1101 standartlarına uyumludur. Aynı zamanda ölçüm sırasında kullanıcıya üç boyutlu dinamik görüntü sağlamaktadır.

G-Surf ise farklı yüzeylerin bulunduğu iş parçalarının ölçümü ve tersine mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır. Tüm G serilerinde olduğu gibi G-Surf de ölçme kolları ile birlikte kullanmak için tasarlanmış bir yazılımdır. Bu yazılım ile elde edilen grafik ve nümerik çıktılarla kontrolü yapılan parçadan elde edilen veriler hızlı bir şekilde değerlendirilebilir [10]

Bu programlardan da görülebileceği gibi CMM'lerin belirli bir sistem içerisinde bağlı olduğu bazı birimler söz konusudur. Bu birimlerin birbirleri ile olan veri alışverişleri sistemin çalışma performansını belirleyecek olan en önemli etkidir. Bir CMM, kalite verilerinin değerlendirilmesi, takım değiştirme, işlemin programlanması gibi bazı parametrelerle tam bir uyum halinde çalışması gerekmektedir.



7.14 CMM veri alış-verişi yapısı (Durakbaşa, 2008)

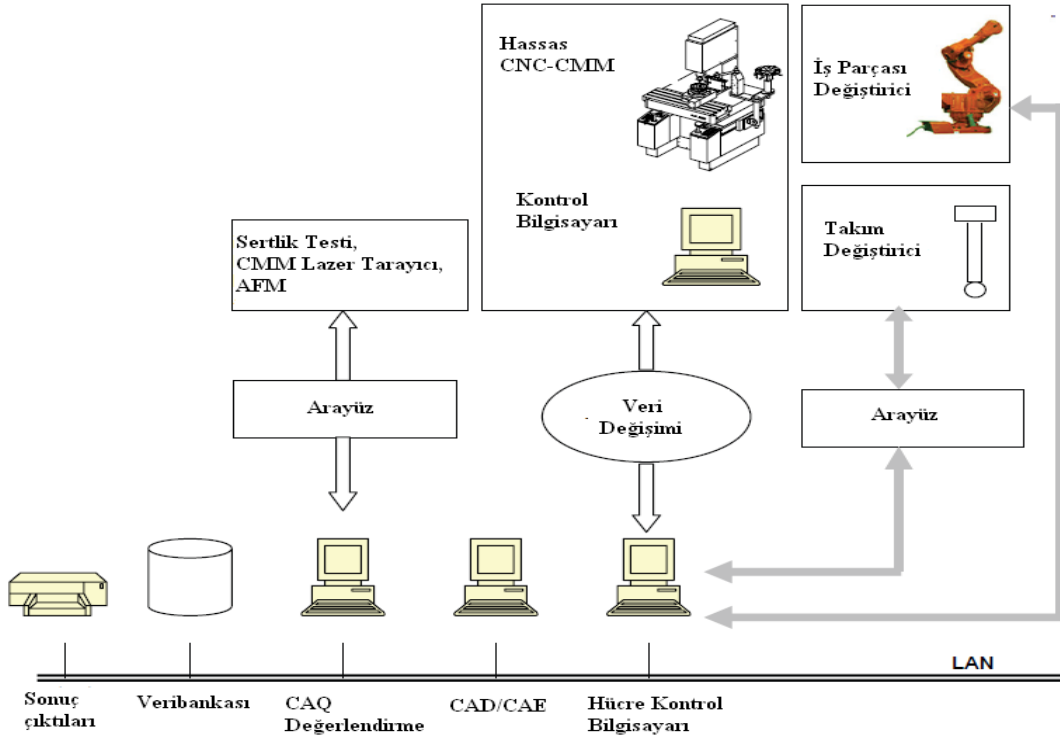
8. CAD İLE CMM BAĞLANTISI

CMM'ler imalat süreçlerinde ürünlerin kontrollerinin yapılması için en önemli araçtır. Bu esnada kontrolün gerçekleştirilebilmesi için ihtiyaç duyduğu verilerin sağlanması gerekmektedir. Bu da tasarımın yapıldığı CAD ortamından alınan bilgiler ile gerçekleştirilmektedir. Eğer CMM ile CAD sistemi arasında bir uyumsuzluk söz konusu olursa kontrol düzgün yapılamayacak ve sonuçta kusurlu ürün ortaya çıkacaktır. Bu yaklaşıma uygun olarak Benea (2002), imalat sürecinin doğruluğunu sağlamak için çizim ifadesinin ISO spesifikasyonlarına uygun biçimde sanal ölçüm değerlerini kullanmıştır.

Barreiro vd.,(2005) ise üretim çevrimindeki kontrol aktivitelerinin entegrasyonu üzerine çalışmışlardır. Tasarım ve planlamadaki kontrol entegrasyonunu gerçekleştirmişlerdir ki bu CMM bilgisayarlarından, tasarım ve planlama bilgisayarlarına veri taşıma kontrolünü sağlamaktadır. STEP uygulamasının kullanıldığı bu çalışmada, modelin gelişimi ile gelecekteki görünümü ve kontrol süreçlerinin daha kolay olacağı yönündedir. Şekil 8.1'de söz konusu çalışma ile ilgili IFCIA(Inspection Framework for Concurrent Information Access) yapısındaki akışı gösterilmektedir.

Şekil 8.2 Akıllı imalat sistemlerinde kontrol çevrimi(Durakbaşa, 2008)

Bu tip bir akıllı imalat sisteminde CAQ'nun önemi artmaktadır. Veri akışının yoğun olduğu bu yapıda iletişimde meydana gelebilecek küçük bir hatanın dahi imalatı olumsuz etkileyebileceği açıkça görülmektedir. Bu nedenle kalite güvencesinin kesin bir biçimde sağlanması büyük önem taşır.



Şekil 8.3 Akıllı ölçüm hücresi blok diyagramı(Osanna vd., 2004)

Akıllı imalat sisteminde imal edilecek parçaların, imalat sürecinde gerçekleştirilecek olan işlemlerin sorunsuz bir biçimde yapılması için parça tasarımının iyi bir biçimde gerçekleştirilmesi en az veri iletişimi kadar önemli bir konudur.

8.1. Geometrik Boyutlandırma ve Toleranslar


Tasarımı yapılmış olan bir ürünün imalat aşamasına geçmeden önce istenilen yapının tam olarak sağlanması için boyutlandırma yapılmasının yanı sıra bu boyutların belirli tolerans değerleri arasında olması gerekmektedir. Bu sebeple yapılan tasarımların imalat aşamaları için çeşitli tolerans değerleri bulunmaktadır.

Bir döküm işlemini bu konuya örnek olarak vermek gerekirse, parça modelinin boyut ve toleransları farklı, kalıbkiler farklı ve bunlara bağlı olarak son aşamada elde edilen ürünün boyut ve tolerans özellikleri farklı olacaktır. Ayrıca yapılan işlemler sonucunda hiçbir ürün

istenilen kesin değerde oluşamayacağı için boyutsal değerlerden sapmalar meydana gelecektir. Önemli olan bu sapmaların belirlenen tolerans değerleri arasında kalmasıdır. Bu durumda oluşacak sapmaları, mikro ve makro boyutlu olmak üzere iki bölüme ayırabiliriz. Form sapmaları, konum sapmaları ve ölçüsel sapmalar mikro sapma, dalgalanma ve yüzey pürüzlülükleri de makro sapmalardandır. Tüm bu boyutlandırma ve toleranslandırma işlemlerinde uluslar arası bir standart olan ISO 1101 standardı iki boyutlu teknik resim çizimlerinde kullanılmaktadır. Çizelge 8.1’de geometrik toleranslar ve teknik resim üzerindeki gösterimleri verilmiştir. Buna göre teknik resimlerde kullanılan bu geometrik toleranslar, doğrusallık, düzlemsellik, dairesellik, silindiriklik, bir profilin şekli, bir yüzeyin şekli, paralellik, diklik, eğiklik, bir eksenin konumu, ortak merkezlilik ve ortak eksenlilik, simetriklik, salgı, toplam salgıdır.

Çizelge 8.1 Geometrik toleranslar ve teknik resimde gösterim sembolleri [ISO 1101]

Geometrik Toleranslar	
Tolerans Nitelięi	Sembolü
Doğrusallık	
Düzlemsellik	
Dairesellik	
Silindiriklik	
Bir Profilin Şekli	
Bir Yüzeyin Şekli	
Paralellik	
Diklik	
Eğiklik	
Bir Eksenin Konumu	
Ortak Merkezlilik ve Ortak Eksenlilik	
Simetriklik	
Salgı	

Toplam Salgı	
--------------	---

Teknik resim üzerinde yapılacak olan bu gösterimler, günümüzde yapılacak en küçük bir hatanın bile ciddi iş gücü ve maddi kayıplara neden olmasını önlemesi amacıyla çok önemlidir. Ayrıca GPS standartları ile söz konusu hataların minimize edilmesi amaçlanmaktadır.

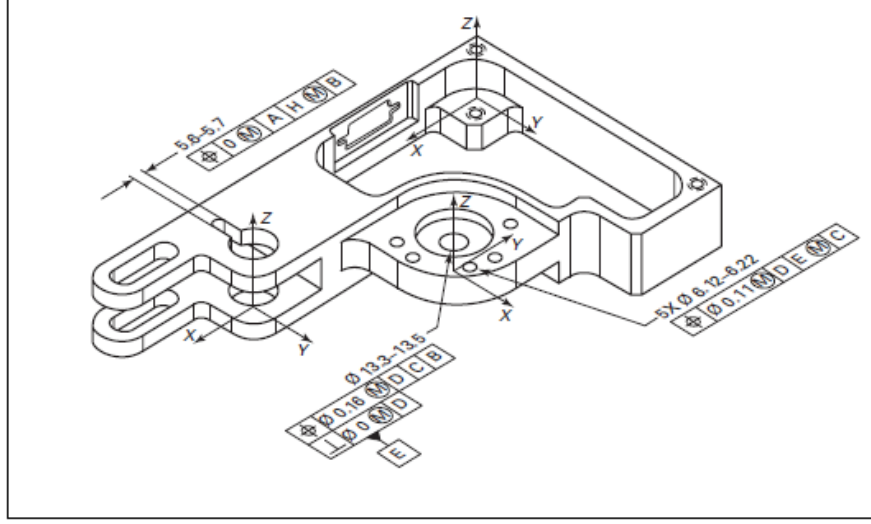
Tasarımcı, teknik resim üzerindeki ölçüleri ve toleransları detaylandırarak tasarımın anlaşılmasının önündeki engelleri yok etmeyi hedeflemektedir. Geometrik boyutlandırma ve toleranslandırma işlemi ile teknik resimdeki özelliklerin, anlaşılabilirliğini, uygunluğunu ve tutarlılığını sağlamakta böylece ürün, süreç ve kalite mühendislerini aynı noktada birleştirmektedir (Chiabert vd., 1998).

Ancak parçanın her noktasının aşırı ve çoğu zaman gereksiz toleranslandırma yapılması sonucunda üretim maliyetleri artmaktadır. İşte bu noktada tasarımcının müşterinin beklentileri için önemli olan kritik bölgelerdeki toleranslandırmaları dikkatli bir biçimde yaparak maliyetleri düşürmesi ve kalite kontrol süreçlerini de rahatlatması beklenir.

Geometrik boyutlandırma ve toleranslar, imalat sanayisinin tüm birimlerinde kullanılmaktadır. Bir telefonun üretiminden, basit bir sac levhanın yapımına kadar tek başına bulunan ve bütünü meydana getiren tüm parçaları içerecek şekilde yapılmış teknik resimlerin tamamına uygulanmaktadır.

Günümüz modern imalat anlayışında, hızlanan üretim ve küreselleşen ekonomiden ötürü çoğu firmada bir ürünün imalatının yapıldığı yer ile tasarlandığı yerler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Yapılan tasarımların teknik çizimlerinin anlaşılabilirliği imalatın kalitesi açısından ilk ve en önemli faktördür. Farklı anlamlara çekilen bir çizim istenilen ürünün elde edilememesine neden olacaktır. İki boyutlu geometrik toleranslandırma işlemleri günümüzde yerini üç boyutlu toleranslandırmaya bırakması söz konusu anlam karmaşasının önlenmesi açısından kaçınılmaz görülmektedir. Üç boyutlu toleranslar ile karmaşık parçalardaki sapmalar daha sıkı bir biçimde kontrol altında tutulmakta ve imalatı yapan kişilere büyük kolaylıklar sağlayacağı görülmektedir. Aynı zamanda toleransların birbirleri ile olan bağlantıları 3B'lu yaklaşımda tek bir çizim üzerinde gösterilebilmekte ve çok daha anlaşılır bir biçimde ifade edilebilmektedir. Bu sayede parça, sistem ya da montajın anlaşılabilirliği artarak olası hatalarında önüne geçmektedir. Şekil 8.4'te 3B'lu geometrik boyutlandırma ve toleranslar ile bir parça gösterimi sunulmuştur. Burada gösterilen parçada da görüldüğü gibi

ve bu parçadan çok daha karmaşık olan yapılarda 3B'lu gösterim anlaşılabilirliği 2B'lu gösterime göre arttırmaktadır.



Şekil 8.4 Üç boyutlu geometrik boyutlandırma ve toleransların gösterimi [11]

8.1.1 Değişirilebilir İmalatta İstatistiksel Toleranslandırma

Geleneksel olarak, tasarımı yapılmış olan bir parçanın sınırları belirli ve iş parçasının geometrik özelliklerine göre toleransları atanmıştır. Burada atanmış olan toleranslar parçanın ihtiyacı olan fonksiyonel gereklilikleri sağlamaktadır. Ancak imalat sırasında oluşabilecek bazı problemler bu toleransları etkileyebilir. Bundan dolayı geliştirilmiş olan bir diğer yaklaşım, istatistiksel tolerans yöntemidir. Bu yöntemin avantajı istatistiksel olarak toleransları atanmış olan bir parçanın montajı esnasında rahatça görülebilmektedir. Ayrıca tasarımcıya bileşenlerin toleranslarını genişletebilme bununla birlikte imalat ücretlerini düşürürken hala işlevsel bir montaj sunabilmesidir (Durakbaşa, 2008).

IT uygulamalarının alt yapısında kullanılacak değerlerin elde edilmesi çeşitli formülasyonlar aracılığıyla sağlanmaktadır. Durakbaşa (2008) tarafından bu ifadeler, ortalama x değerini verecek ifade şu şekilde tanımlanmıştır.

$$\mu_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot g(x) \cdot dx \quad (8.1)$$

Buradan da değişken değer olan σ_x^2 şu şekilde belirlenir.

$$\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |x - \mu_x|^2 \cdot g(x) \cdot dx \quad (8.2)$$

Elde edilen bu diferansiyel tanımlamalar sürekli dağılımlarda kullanılmaktadır. Kesikli dağılımlarda kullanılan ifadeler ise,

$$\mu_x = \frac{1}{N} \cdot \sum_i x_i \quad (8.3)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_i |x_i - \mu_x|^2 \quad (8.4)$$

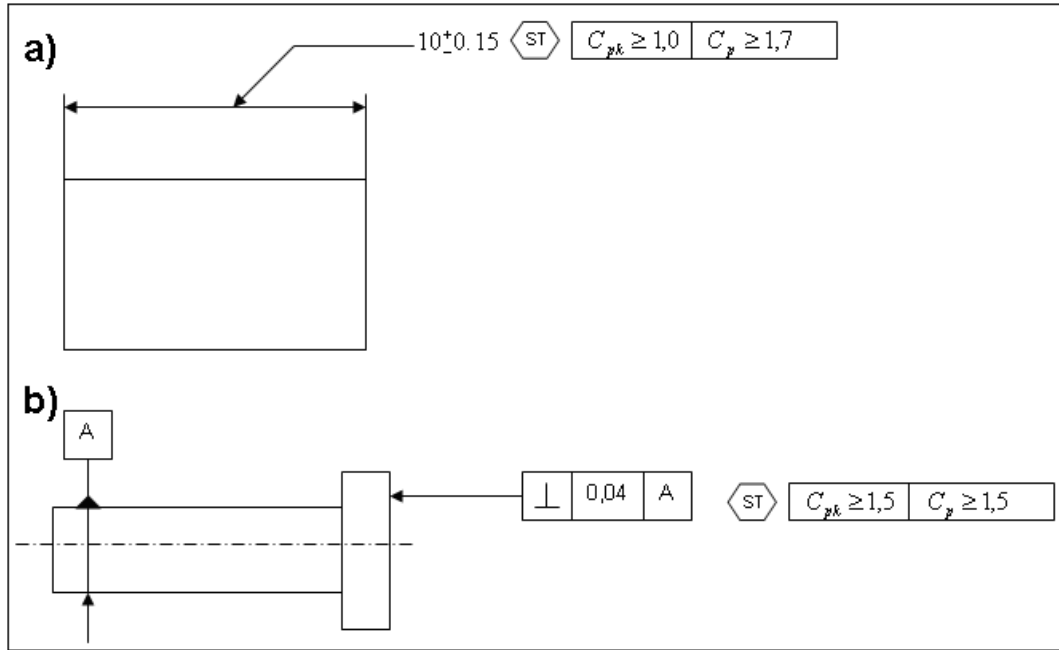
Bunun yanı sıra fonksiyon düzensiz değişkenlerin lineer kombinasyonu şeklinde de yazılabilir. Bunu belirtmek için öncelikle,

$$F(y_i) = a_0 + a_1 y_1 + a_2 y_2 + \dots + a_n y_n \quad (8.5)$$

ifadesine göre,

$$\mu_F = a_0 + a_1 \mu_{y1} + a_2 \mu_{y2} + \dots + a_n \mu_{yn} \quad (8.6)$$

$$\sigma_F^2 = a_0 + a_1 \sigma_{y1}^2 + a_2 \sigma_{y2}^2 + \dots + a_n \sigma_{yn}^2 \quad (8.7)$$



Şekil 8.5 İstatistiksel toleransların teknik resimde gösterimi a) Boyutsal toleranslar için gösterimi b) Geometrik toleranslar için gösterimi (Durakbaşı, 2008)

Bunların yanı sıra süreç kapasite göstergelerine ve bu göstergeleri kullanarak elde edilecek yoğunluk parametresi alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Süreç kapasite göstergeleri, C_p , C_{pk} , C_c , şeklinde adlandırılmaktadır. Maksimum malzeme şartının bulunduğu tasarımlarda süreç kapasite göstergeleri kullanılabilir.

$$C_p = \frac{U - L}{6\sigma} \quad (8.8)$$

C_{pk} ifadesi ise minimum C_{pl} ve C_{pu} ifadelerini içermektedir. Buna göre;

$$C_{pk} = \min\{C_{pl}, C_{pu}\} \quad (8.9)$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - L}{3\sigma} \quad (8.10)$$

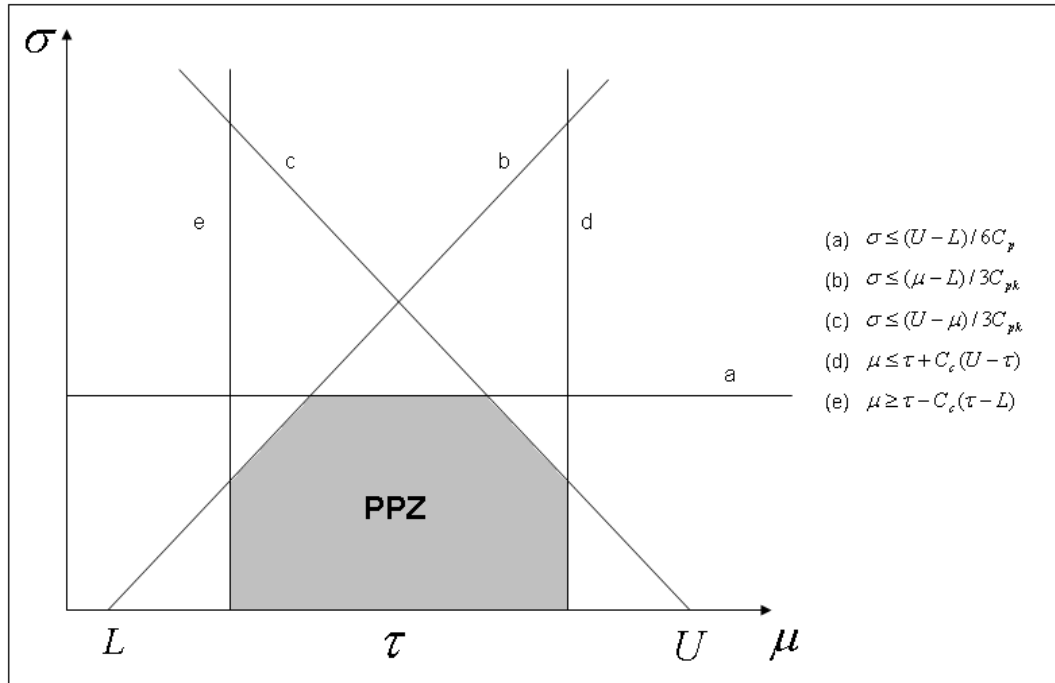
$$C_{pu} = \frac{U - \mu}{3\sigma} \quad (8.11)$$

C_c ifadesi ise maksimum C_{cl} ve C_{cu} ifadelerinden oluşmaktadır.

$$C_c = \max\{C_{cl}, C_{cu}\} \quad (8.12)$$

$$C_{cl} = \frac{\tau - \mu}{\tau - L} \quad (8.13)$$

$$C_{cu} = \frac{\mu - \tau}{U - \tau} \quad (8.14)$$



Şekil 8.6 Süreç kapasite göstergeleri kullanılarak tanımlanan PPZ grafiği (Durakbaşa, 2008)

Elde edilmiş olan bu grafik ile istatistiksel tolerans gösterimleri yapılabilir. Yapılan uygulamaya göre kullanılacak değerlerin belirlenmesi konusunda yardımcı bir öğedir.

9. BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK SİSTEMLERİ

İmalat sanayisi, bilgisayarların gelişimi ile birlikte, hem kapasite olarak hem de üretilen nihai ürünün kalitesi açısından son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. Üretimin her aşaması yoğun bir biçimde bilgisayarlar tarafından kontrol edilebilmekte ve insan gücünün gerektiği çoğu noktalarda görev artık robotlara devredilmektedir.

İmalat süreçleri ise özel olarak hazırlanmış programlar ile sürekli kontrol ve geliştirilme içerisindedir ki bu da modern kalite anlayışına uygun olan bir yaklaşımdır. Bu sayede çok daha hızlı üretim yapılarak kapasite artmakta aynı zamanda bu kapasite artışına rağmen düşmesi beklenen ürün kalitesinde ise artış söz konudur.

Bilgisayar Destekli mühendisliği günümüzde sadece CAD/CAM programlarına indirgeyemeyiz. Bu programlarda yapılan işlemler bilgisayar destekli mühendislik uygulamalarının önemli bir kısmını oluşturmasına rağmen B.D.M., tersine mühendislik uygulamaları, proses planlama, yönetsel çalışmalar gibi çeşitli disiplinleri de içeren geniş bir konudur. Bilgisayar destekli teknolojilere aşağıdaki konu başlıkları örnek olarak gösterilebilir;

- Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD)
- Bilgisayar Destekli İmalat (CAM)
- Bilgisayar Destekli Kalite Güvencesi (CAQ)
- Koordinat Ölçüm Makinesi (CMM)
- Bilgisayar Destekli Süreç Planlama (CAPP)
- Bilgisayar Destekli Yazılım Mühendisliği (CASE)
- Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP)
- İmalat Süreç Yönetimi (MPM)
- İmalat Süreç Planlaması (MPP)
- İmalat Kaynak Planlaması (MRP)

- Tersine Mühendislik (RE)

Yukarıda belirtilen çalışma alanlarının dışında farklı disiplinlerde kullanılan daha pek çok bilgisayar destekli sistemler mevcuttur. Bu sistemlerin birkaç tanesi bir arada çalışabileceği için uygulamalarda kullanılan söz konusu yapıların birbirleriyle uyum içerisinde çalışmaları gerekmektedir. Bundan ötürü farklı sistemler arasında iletişimin sağlanması ve süreçlerin istenilen şekilde devam edebilmesi için, bu sistemlerle ilgili çeşitli standartlara ihtiyaç vardır.

İmalatın önemli noktalarından birisi tasarım ve sonrasında bu tasarıma uygun süreçlerin hazırlanarak uygulanması işlemleridir. Ancak bu noktada tasarımın önemi zannedilenden daha fazladır. Bir ürünün maliyetinin yaklaşık % 75'i tasarımın konsept ve başlangıçtaki aşamalarında harcanmaktadır (Dantan vd., 2008).

Buradan da görüldüğü gibi aslında tasarım bir üretim sürecinin en önemli aşamasıdır. Tasarımın doğruluğu imalat sonucunda üretilecek olan ürünün maliyet ve kalitesi üzerinde doğrudan etkilidir. Karmaşık, yanlış dizayn edilmiş, süreç planlaması yapılmamış tasarımlar zaman ve rekabet gücünün kaybolmasına neden olmaktadır.

Aynı zamanda modern imalat süreçlerinde kalite güvencesinin her aşamada sağlanması gerekmekte ve kimi üretim sistemlerinde hemen her işlem sonunda kalite güvencesinin sağlanmasına çalışılmaktadır. Bu noktadan hareketle istenilen kalitenin sağlanabilmesi ve kalite güvencesinin uygulanabilmesi ve tasarım aşamasında önlemlerin sıkı bir biçimde alınması gerekliliğinin yanında, yapılacak olan tasarımın ölçü ile toleransları prosesin ihtiyaçlarına cevap verebilmeli ve hızlı bir biçimde kontrol edilebilir, değiştirilebilir olmalıdır. Aynı zamanda farklı sistemler arasında bütünlüğün sağlanması ve iletişim açısından problemlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Günümüzde tasarım aşamasında istenen bu özelliklerin sağlanması ve sonrasında ilgili imalat süreçlerinin arasında bağlantıların kurulması için geliştirilmiş standartlar mevcuttur. Bunlardan en önemlileri daha önce de belirtilen GPS standartları ve kullanımı giderek yaygınlaşan STEP, DMIS standartlarıdır. Genel olarak bakıldığında geometrik standart ve toleransların kullanımı, parça tasarımlarına uygun biçimde boyutlarının ve toleranslarının gösterimi, ölçme makineleri için gerekli kodların hazırlanması gibi doğrudan tasarım ve imalat üzerindeki kaliteyi kontrol etmek için kullanılacak standartlardır. Bunun yanı sıra farklı birimler arasındaki bütünlüğün sağlanması gibi çok önemli işleve sahiptirler.

9.1 Boyutsal Ölçüm Arayüz Standardı

DMIS, kontrol ekipmanları ile bilgisayar sistemleri arasında elde edilen verilerin her iki yönde de iletişimini sağlayan bir uluslararası standarttır.

Kontrol programlarından boyutsal ölçüm ekipmanlarına ve ölçüm ile proses verisinden analizlere ya da arşivleme sistemine geri dönüşleri gerçekleştiren yapıyı sağlamaktadır. Bu noktadan ele alındığında temel olarak DMIS'in otomatik sistemler ile kontrol sistemleri arasındaki iletişimi sağlamak için geliştirilmiş bir standart olduğu görülmektedir.

DMIS standardı, ISO tarafından bir önceki standart olan DMIS 3.0 ANSI/CAM-I 101-1995 yeniden düzenlenerek sunulmuştur. ISO 22093:2003 standardı algılayıcı tanımlamaları, algılayıcı bileşen gruplaması, karmaşık gruplama, CAD bağlantısı, hassas fonksiyonel ölçüm, kalite bilgi sistemleri, çeşitli uzunluk sınırlamalarını azaltmayı içermektedir.

DMIS yalın bir biçimde, ASCII dosyaları aracılığıyla bir DMIS destekli sistemden diğerine aktarılan tarafsız veri alışverişini tanımlamaktadır. Hali hazırdaki DMIS versiyonu, CMM'lerin kullanımı, video denetim araçları ve ayırık mekanik parçalar ile elektronik bileşenlerin proses doğrulama sistemleri için gerekli ifadeleri içermektedir.

DMIS'in amacı tüm boyutsal ölçüm ekipmanları için iletişimi sağlayan bir standart olarak tanımlanmaktadır. Gelecek uygulamaları da iş parçasının gösterimi ve ölçümünde robot kullanılması ve kapalı çevrim imalat hücresinde proses ayarlamaları ve süreç sırasında doğrulama için yapılacak ek hazırlıkları destekleyecek biçimde genişletilmesi öngörülmektedir (ISO 22093, 2003).

9.1.1 DMIS Ortamı

DMIS'in basit bir biçimde veri değişimi ve genel yapısı Şekil 9.1'de verilmiştir. Burada da görüldüğü gibi farklı sistemler arasında bilgi alışverişleri söz konusudur. Kalite bilgi sistemine parça üzerinden alınmış olan bilgileri düzenleyerek iletmektedir. Aynı zamanda tasarım parçasının bilgilerini farklı sistemlere çeviren bir ara yüz olması açısından önemli bir yapı olduğu açıktır.

DMIS'in uygulaması bireysel kullanıcılara bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bazı kullanıcılar boyutsal ölçüm ekipmanlarına doğrudan CAD sistemiyle bağlantıyı seçerken bazı kullanıcılar sunucu bilgisayarı kullanmayı, bir başka grup ise dizesel veri bağlantısını tercih edebilmektedir.

9.1.2 DMIS'in Genel Yapısı

DMIS sözcükleri APT NC programlama dilinin sözdizimi ile benzerdir. Major, Minör sözcükler olarak adlandırılan komutlara sahiptir. Söz konusu bu sözcükler programın yazımı sırasında “/” karakteri ile ayrılmaktadırlar. Çıktı veri yapısı da girdi veri biçimine benzer sözdizimindedir. DMIS sözcükleri için geliştirilmiş olan çeviriciler farklı sistemler sunan her bir satıcının seçtiği uygulama metoduna bağlı olarak tek geçişli bir derleyici(compiler) ya da karmaşık çok geçişli bir derleyici şeklinde olabilmektedir.

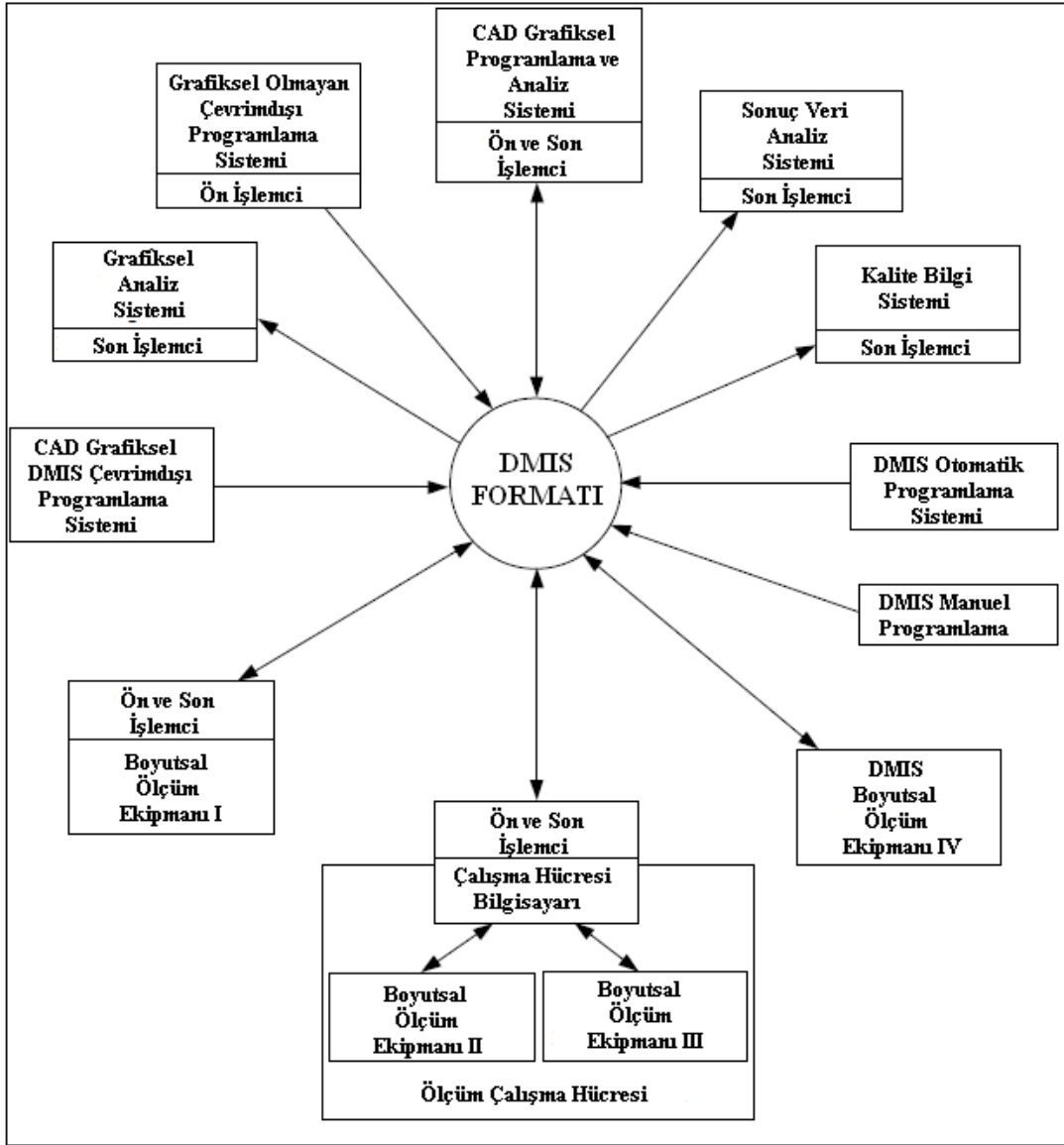
DMIS ifadelerinin iki temel tipi vardır. Bunlar;

- Sürece yönelik komut ifadeleri
- Geometriye yönelik tanım ifadeleridir.

Burada sürece yönelik komut ifadeleri, hareket, makine parametreleri ve kontrol prosesinin kendine özgü ifadelerini içermektedir. Geometriye yönelik komut ifadelerinde ise geometri, toleranslar, koordinat sistemleri ve CAD veritabanı içerisinde yer alan diğer veri tiplerini tanımlamak için kullanılmaktadır.

Genellikle parça modelleri DMIS ara yüzünün ihtiyacı olan tüm verileri içermezler. Bu yüzden tamamlayıcı veriler manüel olarak girilmesi gerekmektedir. DMIS, yapısında; sözcükler, etiketler, parametreler ve değişken formları birleştirilerek oluşturulan ASCII karakterlerini içermektedir. Bunlar da daha sonra tanım ifadeleri ve komut ifadeleri oluşturmak için birleştirilirler. Tüm bu ifadelerle program blokları için bir araya getirilirler.

DMIS yapısının programlanmasında Major ve Minor sözcük yapıları önem taşıdığını ilgili standart olan ISO 22093:2003'te görmekteyiz. Major sözcükler hem alfabetik hem de nümerik karakterlerden oluşan en az iki alfa nümerik karakter içermektedirler. Bir Major sözcük kendi içerisinde bir DMIS ifadesi olabileceği gibi ifadelerin bir bölümünü de gösterebilir İfadelerin bölümü olması durumunda bir ya da daha fazla Minor sözcükle değiştirebilir. Çizelge 9.1'de ISO 22093:2003 standardından alınmış olan ve DMIS'te kullanılan bazı Major sözcükler verilmiştir.



Şekil 9.1 DMIS ortamı ve veri değişim yapısı (ISO 22093)

Çizelge 9.1 DMIS ortamında kullanılan bazı Major sözcükler

ACLRAT	VA()= ALGDEF	varname=ASSIGN
BADTST	BOUND	CALIB
CALL	CASE	CI()= CLMPID
DELETE	DID()= DEVICE	DISPLY
DMIS	DMISMD	DMISMN
DO	ELSE	ENDAT
ENDIF	EQUATE	ERROR
FLY	FROM	GOTO
RAPID	READ	RESUME
SCAN	SELECT	SS()= SENSOR

TEXT	UNITS	WRITE
------	-------	-------

Major sözcüklerin yanı sıra program yapısında istenilen ifadenin verilebilmesi ve yapılmak istenen eylemin gerçekleştirilmesi için Minor sözcükler de Major sözcükler gibi öneme sahiptir. Minor sözcüklerin öncelikli olarak farklı Major sözcüklerdeki en az iki alfa nümerik karakter yerine en az bir alfa nümerik karakter şartını sağlamalıdır. Bazı Minor sözcüklerin önünde ekşi işaretli bir karakter bulunabilmektedir. Minor sözcükler Major sözcüğü değiştirme ya da ifadedeki kesin parametreleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Çizelge 9.2'de ISO 22093:2003'e göre kullanılan bazı Minor sözcükler görülmektedir.

Çizelge 9.2 DMIS ortamında kullanılan bazı Minör sözcükler

2D	3D	4POINT
ADJUST	CIRCLE	CIRLTY
CYLNDR	END	ENDDO
ERROR	FALSE	GOTO
GRID	GSURF	INTGR
LASER	MATRIX	MINMAX
MODE	MODEL	OFF
ON	OUTER	PATERN
PLANE	PLOT	POINT
RADIAL	RADIUS	TITLE
-XDIR	-YDIR	-ZDIR

Major ve Minor sözcükleri kullanılarak bir çemberin Durakbaşı(2008) tarafından gösterilen DMIS yapısındaki sözdizimi aşağıdaki şekilde olacaktır. Bu dizime göre oluşturulan yapı ise Şekil 9.2'de gösterilmiştir.

FINPOS/ON

F(CIRCLE_1)=FEAT/CIRCLE,INNER,CART,10,10,5,0,0,1,4

MEAS/CIRCLE,F;(CIRCLE_1),3

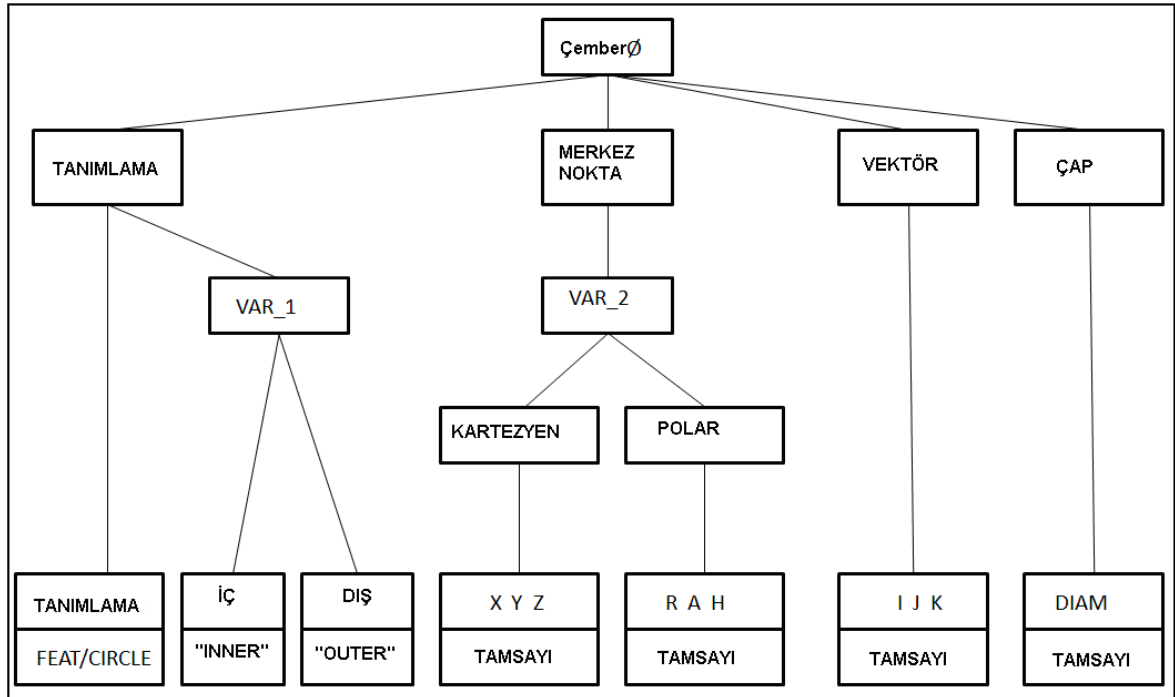
GOTO/10,10,5

PTMEAS/CART,12,105,-1,0,0

PTMEAS/CART,8,1,0,5,1,0,0

PTMEAS/CART,10,12,5,0,-1,0

ENDMES



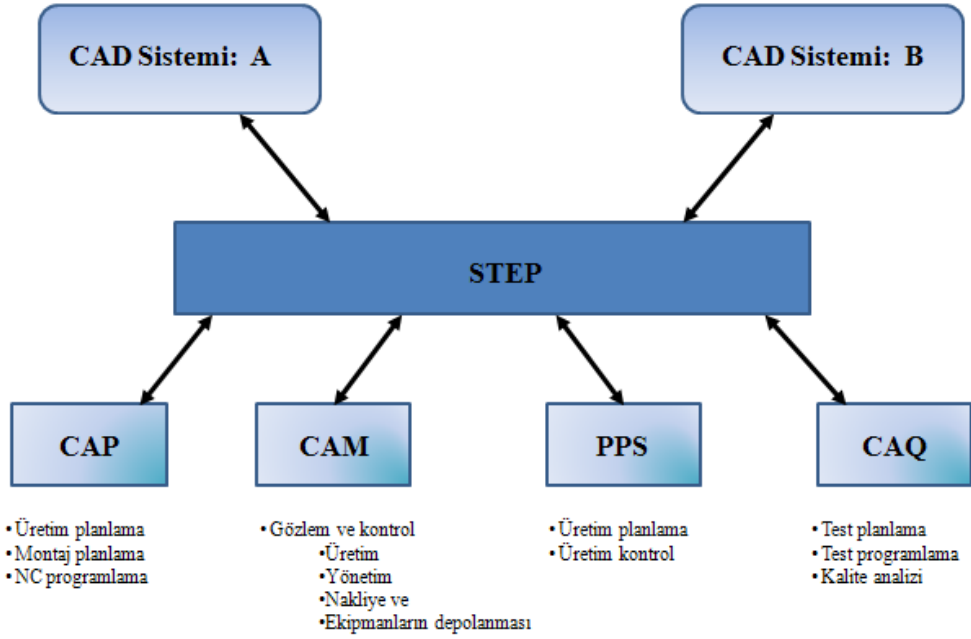
Şekil 9.2 Bir çemberin DMIS ortamındaki yapısına göre tanımlanması(Durakbaşı, 2008)

9.2 Ürün Model Verisinin Değişimi İçin Standart

ISO 10303 standardı olarak da bilinen STEP, ürün bilgisinin ve ürün verisinin değişiminin bilgisayar tarafından yorumlanabilir şekilde gösterimi olarak tanımlanmaktadır.

1984'ten beri, ISO/TC 184/SC4 ISO 10303, STEP olarak adlandırılan yeni veri iletişim standardı üzerine çalışmaktadır. STEP'in 1.0 sürümü 1988'de yayınlanmış olup, ISO tarafından uluslar arası grafik verileri standardının ilk taslak teklifi olarak kabul görmüştür.

STEP, BDT(tasarım), BDÜ(üretim), BDM(mühendislik) gibi çeşitli bilgisayar destekli sistemler arasında veri değişimini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. STEP, uzay/havacılık otomotiv, inşaat, rafineriler gibi çok çeşitli sektörlerdeki ek bilgiler ile mekanik ve elektrik tasarım, geometrik boyutlandırma ve toleranslar, üretim, analizler gibi konuları ele almaktadır.



Şekil 9.3 Bilgisayar destekli sistemler arasındaki veri değişimi(Durakbaşa, 2008)

Buna göre STEP'in sağladığı bilgiler geometri, eğri, yüzey, topoloji, toleranslar, işleme özellikleri, malzeme özellikleri ve parça montajı olmak üzere çeşitli açılardan ele alınabilir(Kayacan ve Çelik, 1998).

STEP'in ele aldığı ana konuları birkaç farklı grup altında inceleyebiliriz. Bunlar;

- Çevresel Grup
- Tümüleşik Veri Modelleri
- Üst Bölümlerdir.

Buradaki söz konusu genel listelemede çevresel grubun içerisine EXPRESS, EXPRESS-X gibi tanımlama yöntemleri olarak adlandırılan bölümler, STEP-File, STEP-XML, SDAI gibi uygulama yöntemleri ve uygunluk testleri, metodoloji ve taslaklar gibi konuları içermektedir.

Tümüleşik veri modellerini içeren grupta ise uygulama modülleri, kaynakları ile ilgili standartlar bulunmaktadır. Üst grup ise uygulama protokolleri ve bu protokoller için gerekli olan tatbik ve test sıralarını içermektedir. Çizelge 9.3'te uygulama protokolleri, yayın tarihleri ve seviyeleri gösterilmiştir.

Çizelge 9.3 STEP’te kullanılan uygulama protokollerinin içerikleri, yayın yılları ve seviyeleri (SCRA, 2006)

Uygulama Protokolü	Yayınlandığı Tarih	Seviyesi	Başlık
AP201	1994	IS	Açık Taslak
AP202	1997	IS	İlgili Taslak
AP203	1994	IS	Mekanik parça ve montajların 3B tasarımlarının yapısal kontrolleri
	1998	TC	
	2000	TC	
	2004	TS	
AP204	2002	IS	Sınır gösterimi kullanılarak mekanik tasarım
AP207	1999	IS	Sac levha kalıp planlaması ve tasarımı
	2001	TC	
AP209	2001	IS	Kompozit ve metal yapıların analizleri ve tasarım bağlantısı
AP210	2001	IS	Elektronik montajı, bağlantı ve değişimi
AP210 2		DIS	
AP212	2001	IS	Elektroteknik tasarım ve kurulum
AP214	2001	IS	Otomotiv mekanik tasarım prosesleri için hücre verisi
AP214 2	2004	IS	
AP215	2003	IS	Gemi düzenlemesi
AP216	2004	IS	Gemi kalıp formları
AP218	2004	IS	Gemi yapıları
AP219	2006	DIS	Katı parçaların ya da birleştirmelerin boyutsal kontrol yönetimi
AP221	2006	DIS	Fabrikalar için fonksiyonel veri ve verilerin şematik gösterimi
AP223	2006	CD	Döküm parçalar için üretim ve tasarım ürün bilgisinin değişimi
AP224	1999	IS	Talaşlı imalat proses planlamasında mekanik ürün tanımı
AP224 2	2001	IS	
AP 224 3	2006	IS	
AP225	1999	IS	Açık biçim gösterimi kullanan yapı elemanları
AP227	2001	IS	Fabrika mekansal yapılandırması
AP229	2006	NWI	Dövme parçalar için tasarım ve imalat ürün bilgisi
AP232	2002	IS	Teknik veri paketleme hücre bilgisi ve değişimi
AP233	2005	AWI	Sistem mühendisliği veri gösterimi
AP235	2005	CD	Tasarım ve ürünlerin doğrulanması için malzeme bilgisi
AP236	2005	DIS	Mobilya ürün verisi ve proje verisi
AP238	2006	DIS	Bilgisayarlı nümerik kontroller için uygulama çevirme modeli
AP239	2005	IS	Ürün yaşam çevrim desteği
AP240	2005	IS	Talaşlı işlenmiş parçalar için nümerik kontrollü proses planları

Uygulama protokolleri görüldüğü gibi çok sıkı bir biçimde özelliklerine ve kullanım alanlarına göre gruplanmıştır. Geometrik boyutlandırma ve toleranslarla ilgili bölümlerin uygulama modülleri;

- Bölüm 1130: Türetilmiş şekil elemanı
- Bölüm 1050: Boyut toleransı
- Bölüm 1051: Geometrik tolerans
- Bölüm 1666: Genişletilmiş geometrik tolerans

Mekanik tasarım ile ilgili olan bazı bölümler;

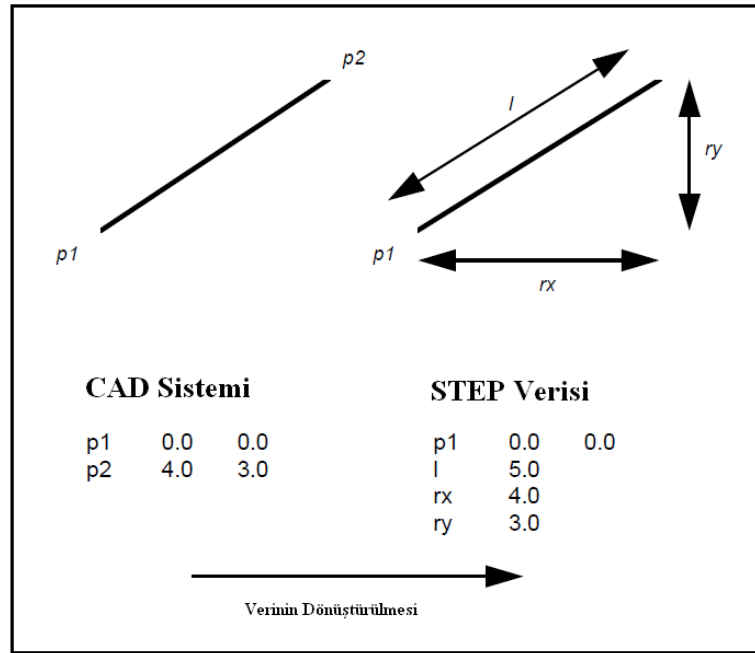
- Bölüm 201: Bir ürünle ilgili basit 2B çizim geometrisi
- Bölüm 203: Mekanik parçaların ve montajlarının özellik kontrollü 3B tasarımları
- Bölüm 204: Sınır gösterimi ile mekanik tasarım
- Bölüm 207: Sac levha kalıp planı ve tasarımı
- Bölüm 209: Kompozit ve metalik yapıların analizi ve tasarımla ilişkisi
- Bölüm 214: Otomotiv mekanik tasarım süreçleri için çekirdek veri
- Bölüm 235: Ürünlerin kontrol ve tasarımı için malzeme bilgileri

Bunun yanı sıra imalat süreçleri için kullanılan uygulama protokollerinden bazıları ise;

- Bölüm 219: Boyutsal kontrol bilgisi değişimi
- Bölüm 223: Döküm parçalar için tasarım ve imalat bilgilerinin değişimi
- Bölüm 224: Talaşlı işlem kullanılan süreç planları için mekanik ürün tanımı
- Bölüm 240: İşlenmiş ürünler için süreç planlarıdır.

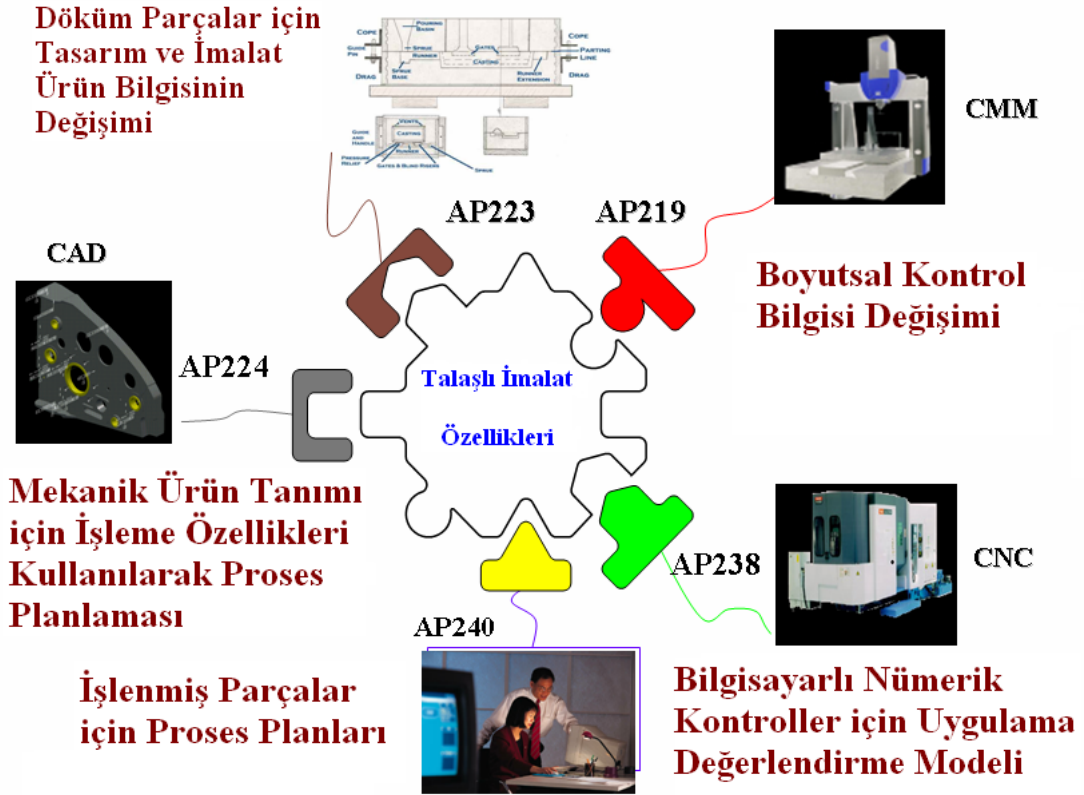
9.2.1 STEP Ortamında Uygulama Protokolü Yapıları

Bu uygulama protokolleri STEP'in veri değişim formatı için büyük önem taşımaktadırlar. Her bir işlem için geliştirilmiş olan bu protokoller sayesinde imalat sırasında farklı işlemler arasındaki geçişlerde veri kaybı ve değişikliğinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Buna verilebilecek güzel bir örnek farklı CAD yazılımları kullanan iki firma arasında, yazılımsal nedenlerle ortaya çıkabilecek hatalardır. Bu tip hatalar çeşitli veri değişim formatları ile engellenmektedir. STEP'te bu konuda günümüzde artan bir öneme sahiptir. Şekil 9.4'te bir CAD sisteminde tasarlanmış olan doğru parçasının STEP yapısına dönüştürülmesi gösterilmiştir. Burada da görüldüğü gibi CAD sisteminde başlangıç ve bitiş koordinatlarıyla belirtilen özellikler, STEP verisinde başlangıç koordinatı, doğru uzunluğu ve doğrunun bitiminin istendiği noktaya, başlangıç koordinatının yatay ve dikey uzaklıkları ile belirtilmektedir. Bu da farklı sistemler arasındaki dönüşümü kolaylaştırıcı etkiye sahiptir.



Şekil 9.4 CAD Sistemindeki Yapının STEP Ortamı Verisi ile Karşılaştırılması (Fowler,1995)

Ayrıca bir CAD sistemi ile hazırlanmış olan parça tasarımının daha sonra nümerik kontrollü makinelerde işlendiğini ele aldığımızda bu veri aktarımı sırasında oluşabilecek sıkıntıların belirli standart yapılarla aşılması beklenmektedir. İşte veri değişim formatları bu noktada büyük önem kazanmaktadır.



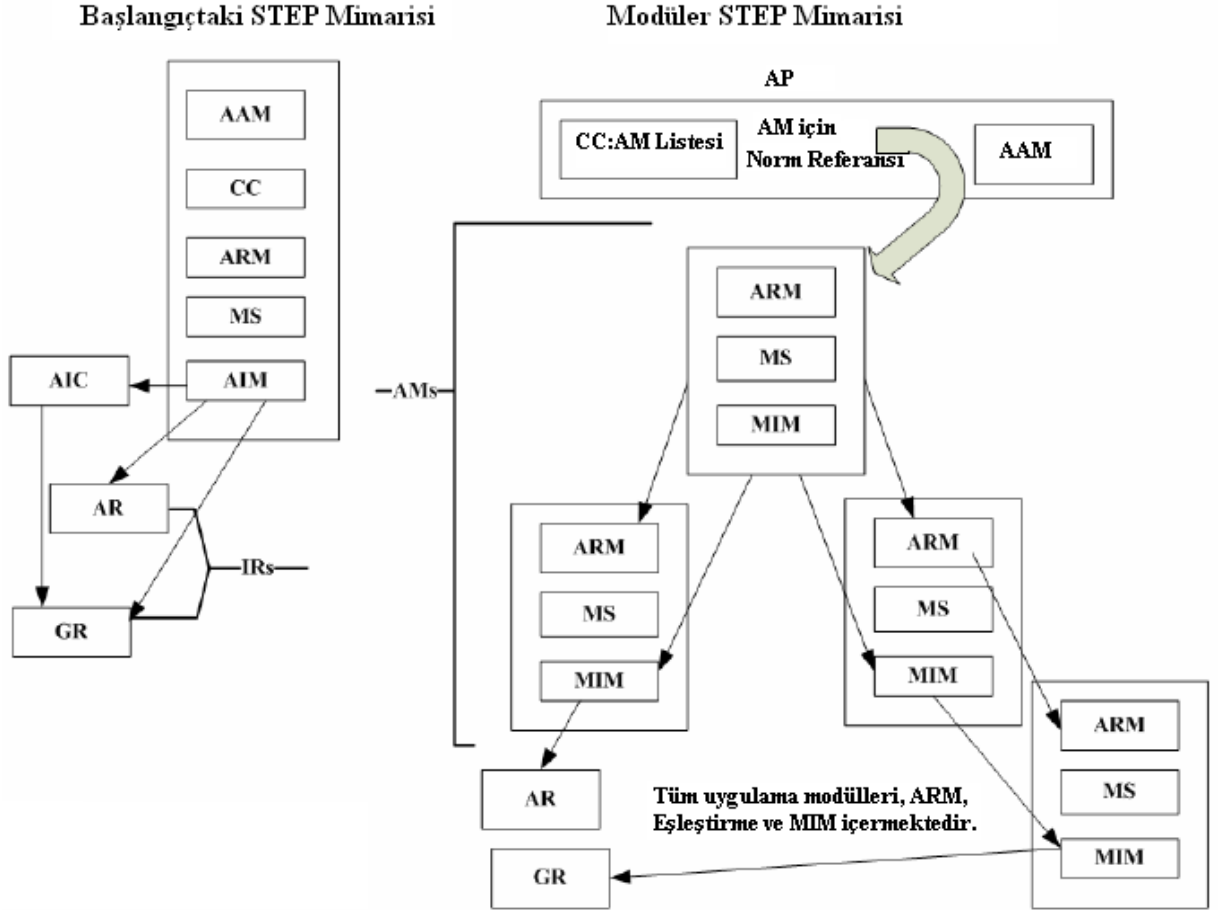
Şekil 9.5 Uygulama Protokolünün Talaşlı İmalat Özelliklerinde Kullanımı (SCRA, 2006)

Uygulama protokolleri arasında, uygulama eylem modeli, uygulama referans modeli, uygulama değerlendirilmiş model, fonksiyonellik birimi, uygulama değerlendirilmiş yapı ve uygulama modülü en fazla kullanılanları ve önemlileri arasında sayılabilir. Bu protokoller arasındaki ilişkiler şekil 9.6'da uygulama protokolleri arasındaki bağlantılar gösterilmiştir. Bu uygulama yapılarını açıklamak gerekirse;

- Uygulama Eylem Modeli(AAM): Uygulama protokolünden geliştirilerek, eylemlerin modeli ve uygulamanın veri akışıdır. AAM modelleri genellikle çeşitli veri tiplerinin akışını çok sayıda oklarla göstermektedir. Ancak yalnızca bir ya da birkaç tip bir sonraki aşamada daha fazla ilgi gösterilmesi için seçilir ki bu ARM yapısının oluşmasıdır. Bir defa AAM aşaması tamamlandığında ve ARM hazırlandıktan sonra AAM daha fazla görev almamaktadır.
- Uygulama Referans Modeli(ARM): Belirli bir uygulama için gerekli olan veri modellerinin uygulama protokolüdür. ARM sisteminin hazırlanma süreçleri genellikle alanlarında uzman kişilerin karar verdiği ve olabilecek özelliklerin tanımlandığı girdileri içermektedir. ARM, EXPRESS, EXPRESS-G ve IDEF1X veri modelleme

dilleri ile hazırlanabilmektedir. Burada söz konusu içerik kullanılan veri modelleme dilinden daha önemli olmaktadır.

- Uygulama Değerlendirilmiş Model(AIM): Bu model ARM'daki bilginin EXPRESS modelinin bir uygulama protokolüdür. Ancak kodlaması STEP tümleşik kaynakların şartlarına göre olmaktadır. Bazı özel gösterimlerde büyük oranda genel girdi eldesi için bu girdilerin spesifik değerlerinin özelliklerini AIM'de, EXPRESS kurallarına gösterilmesi bu yapıda kullanılan ana tekniktir. Ayrıca AIM kullanılarak hazırlanan bir Bölüm 21 dosyası benzer verilerin kullanıldığı ancak EXPRESS ARM yapısında hazırlanan dosyadan temel olarak beş ya da on katı uzun sürede yazılabilmektedir. Bunun nedeni de tümleşik sistem kaynaklarındaki bilginin fazla olmasıdır. Eşleme tablolarının biçemi ve eşleme stratejileri, yalnızca bir STEP uzmanı tarafından yapılabilecek olan eşleme ve kodlamalara ihtiyaç duymaktadır (Xu ve Nee, 2009).
- Fonksiyonellik Birimi(UOF): ARM'nin altküme uygulama protokolüdür. Bazı özel fonksiyonları destekleyen bağlantı ve girdileri içermektedir. Ayrıca çeşitli uygulama protokollerinde UOF'i kullanılmaktadır. ISO 10303-240'ın yapısında idari, kütüphane referansı, imalat, makine, takım kaynakları gibi fonksiyonellik birimleri bulunmaktadır.
- Uygulama Değerlendirilmiş Yapı(AIC): Bu yapı UOF'un STEP tümleşik kaynaklarının koşullarında yeniden yorumlanmasıdır. Fikir olarak AIC bir uygulama protokolünün AIM içerisinde kullanımı için geliştirilmiştir. Bu oluşturulan yapı aynı zamanda farklı uygulama protokollerinde de kullanılabilir.
- Uygulama Modülü (AM): Fonksiyonelliğin ufak bir parçası olması nedeniyle uygulama protokolünün küçük yapıdaki bir örneği gibidir. Bir AM'de uygulama protokolü içerisindeki AIM, MIM olarak tanımlanmaktadır. AIM ve MIM, STEP tümleşik kaynakları kullanan ARM'ın sıkı bir biçimde tekrar yorumlanması ile elde edilir. Karmaşık fonksiyonların kurulması ile bir AM, diğer bir AM'e referans olarak kullanılabilir. AM'ler harcanan çaba ve zamanı minimize etmek için teknik spesifikasyonlar ile ISO standartlarına uyacak biçimde standardize edilmiştir. Bu konuyla ilgili olarak STEP standardındaki bölüm numaraları 1001 ile 1999 arasındadır (Xu ve Nee, 2009).

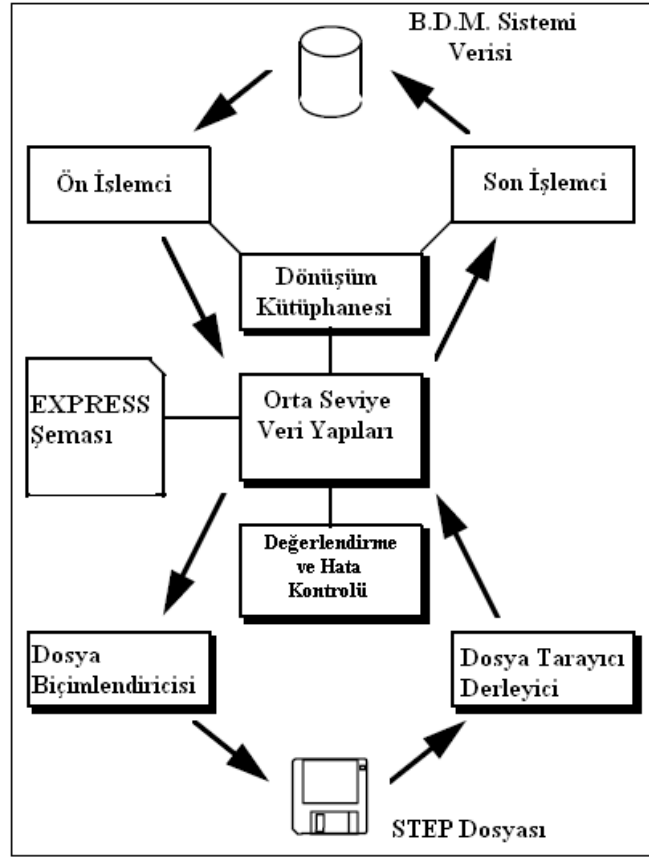


Şekil 9.6 Uygulama Protokolleri arasındaki bağlantılar (SCRA, 2006)

Yukarıda belirtilen standart bölümleri dışında daha pek çok alt konu başlığı mevcuttur. Kullanılacak alana göre ilgili olanla işlemler yapılabilmektedir. Bu bölümler dışında tasarımın veri modellenmesi için STEP standardı içerisinde Bölüm 11’de EXPRESS şeklinde adlandırılan veri modelleme dili bulunmaktadır.

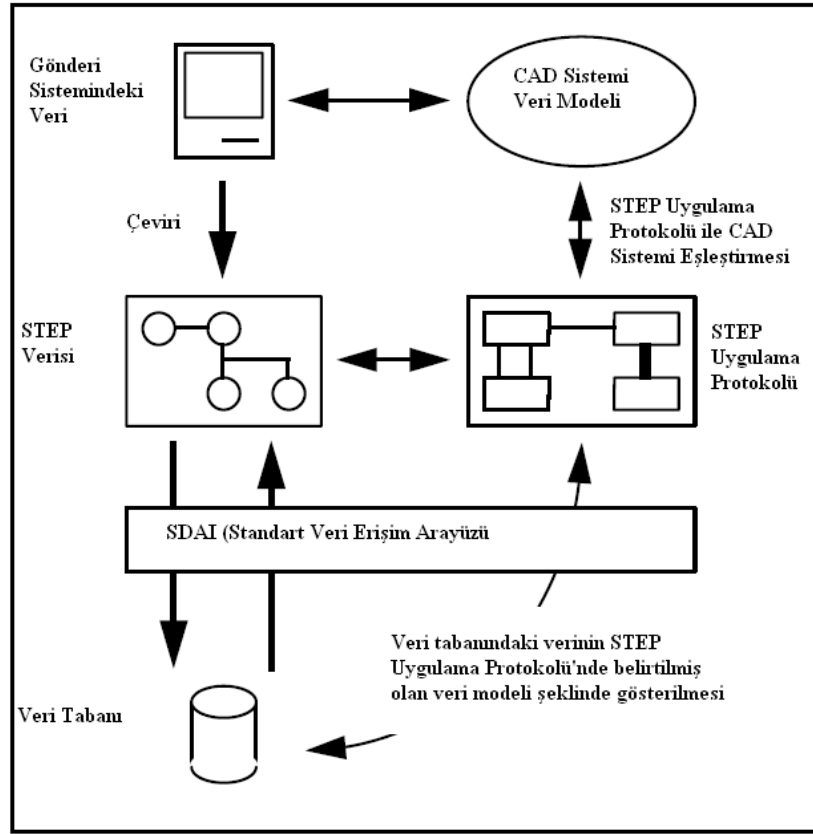
9.3 EXPRESS Veri Modelleme Dili

EXPRESS veri modelleme dili STEP’in ilk ve en önemli standartlarından birisidir. ISO 10303-11 olarak adlandırılan bu standart yazılı ve grafiksel olmak üzere iki farklı biçimden oluşmaktadır. EXPRESS veri modelleme dili yapısı itibariyle PASCAL programlama dili ile büyük oranda benzerdir. Aynı zamanda grafiksel gösterim ile oluşturulan şemalarla anlaşılması kolay ve rahat bir hale gelmektedir. Şekil 9.7’de STEP dosya değişimi mimarisi ile ilgilidir.

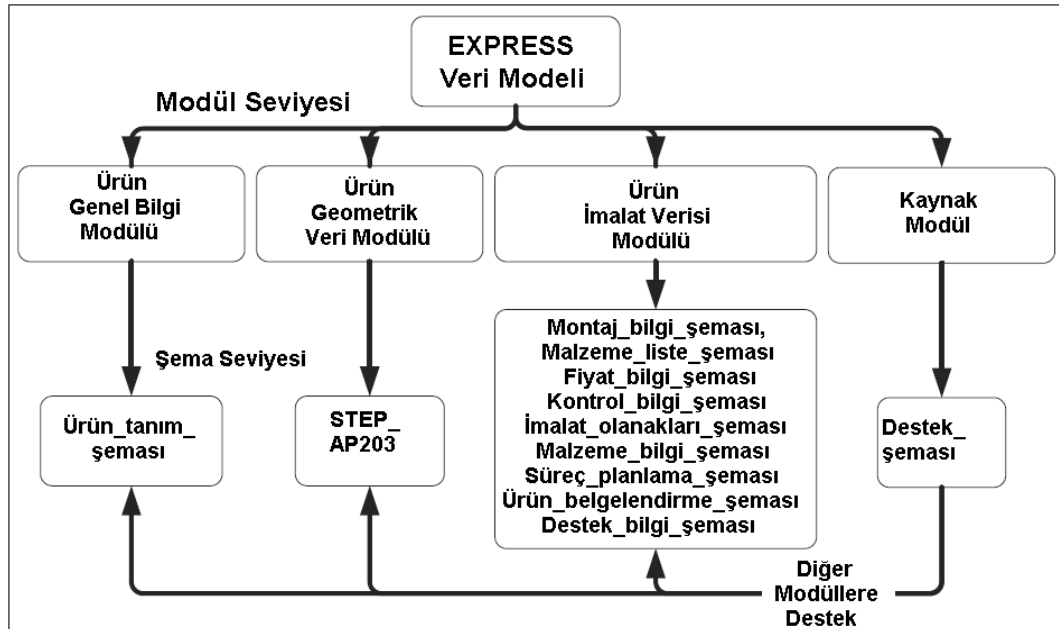


Şekil 9.7 STEP dosya değişimi mimarisi(Fowler, 1995)

Grafiksel gösterimde, çeşitli semboller ve bu sembellere yüklenen anlamlar aracılığıyla gösterilen yapı net bir biçimde anlaşılabilir hale gelmektedir. EXPRESS modelinin grafiksel veya yazın olarak oluşturulması ile sistemler arasındaki iletişim açısından son derece önemlidir. Bu modelleme ile işlemin ilk basamağı iyi bir biçimde kontrol edilerek hem parçada hem de süreçlerde oluşabilecek hataların engellenmesi hedeflenmelidir. Bu da ancak veri iletişiminin düzgün olması ile sağlanabilir. STEP'in kullandığı veri erişimi yapısını Şekil 9.8'de görebiliriz. Şekil 9.9'da ise EXPRESS veri modelinin yapıları görülebilmektedir.



Şekil 9.8 STEP kullanılarak gerçekleştirilen Veri Erişimi (Fowler, 1995)



Şekil 9.9 EXPRESS veri modelinin yapısı(Xu ve Nee, 2009)

9.3.1 EXPRESS-G ile Grafıksel Gösterimde Tanım Sembolleri

EXPRESS-G olarak da adlandırılan grafıksel gösterimde semboller kullanılmaktadır. Tanım sembolleri olarak adlandırılan bu şekiller, veri tiplerinin tanımlarının ve şemaları ile birlikte

çizimde ögenin adını belirten ve onu bir kutu biçimiyle çevreleyen biçimde ifade edilirler. Bu parçalar, söz konusu kutu yapılarını birbirine bağlayan çizgilerle gösterilmektedirler. Farklı çizgi tipleri tanım ya da bağlantı hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlar.

Bu tanım sembolleri basit yapıları ile uygulanacak sistemde kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Böylece doğru olarak yapılacak bir gösterim ile meydana gelebilecek hataların önüne geçilebilir.

9.3.1.1 Girdi Veri Tipi

ISO 10303-11'de belirtilen bu veri tiplerinden en genel olanı girdi tipidir. Bu yapı ile başlayan şema parçaların özelliklerine göre farklı pek çok detayla donatılır. Alt(subtype)-üst(supertype) tipler denilen ve şemaya istenilen ek tanımlayıcı bilgileri sunan tiplerle bağlanabilir.

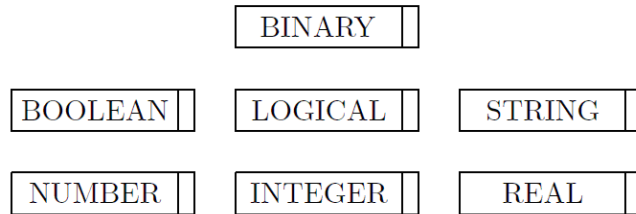


Şekil 9.10 EXPRESS-G'de girdi tipinin gösterimi(ISO 10303-11)

Girdi veri tipi bir parçanın, açık özellikleri, türetilmiş özellikleri, devrik özellikleri olabilmektedir.

9.3.1.2 Basit Veri Tipleri

Basit veri tipleri denilen ve yapılacak işlemleri, girilecek olan değer ya da adı belirten yapılarda bulunmaktadır. Basit veri tipleri için kullanılan semboller EXPRESS-G'de dikdörtgen biçiminde ve şekil 9.11'de görülebileceği gibi bu dikdörtgenlerin sağ taraflarında bir adet dik çizgi ile gösterilirler.



Şekil 9.11 EXPRESS-G ortamında kullanılan basit veri tipleri(ISO 10303-11)

Söz konusu bu veri tiplerinin işaret ettiklerini daha iyi anlayabilmek için karşılık geldikleri ifadeleri örnekleyerek göstermek gerekir. Binary tipi bir girdide, 1 ve 0 sayılarının sıralanması ile 110101 yapısında bir bilgi verilir. Boolean veri tipi ise doğru ya da yanlış ifadesine karşılık gelmektedir. Logical ise Boolean'da bulunan doğru ya da yanlış ifadelerinin yanı sıra bilinmeyen bir ifadeyle tanımlanabilir. Böylece mantıksal uygulamalarda kullanıcıya çalışmasında esneklik sağlamaktadır. String yapısı ise hem sayısal hem de nümerik ifadeler içeren verilerde kullanılmaktadır. Number ise adından da anlaşılacağı üzere sayıların yazımında kullanılan bir ifadedir. Bu ifade ile hem tamsayı hem de reel sayılar girilebilmektedir. Integer veri girdisi ise ondalık ifadesiz tüm sayılar için geçerli bir tanımdır. Son olarak sayıları ondalık değerleri ile ifade eden Real veri girdi tipi basit veri tiplerini oluşturmaktadır. Bu veri tiplerinin örnek uygulamaları çizelge 9.4'te görülebilir.

Çizelge 9.4 Basit veri tiplerinin alabileceği değerlerin örneklenmesi

EXPRESS Tipi	Olabilecek Değer ve Örnek
Binary	110101
Boolean	Doğru ya da yanlış ifadesi
Logical	Doğru, yanlış ya da bilinmeyen ifade
String	"mm"
Number	5.37
Integer	2
Real	4.26

9.3.1.3 Tanımlama Veri Tipi

Tanımlama veri tipleri ise, diğer veri tiplerinin özelleştirilmesinden sonra, örneğin bu veri tiplerinin sıfırdan büyük değerli tamsayı olan, pozitif veri tipinin tanımlanması mümkündür.

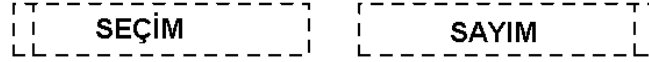
Tanim_tipi_adi

Şekil 9.12 EXPRESS-G ortamında kullanılan tanımlayıcı veri tipi(ISO 10303-11)

9.3.1.4 Kurulu Veri Tipleri

Kurulu veri tipleri için ise seçim(select) ve sayım(enumeration) adı verilen yapılar kullanılmaktadır. Ayrıca bu yapıların başına “EX” sözcüğünün getirilmesi ile söz konusu yapılar genişletilebilirler.

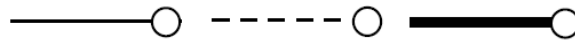
Sayım ve seçim yapılarının genişletilebilir olmasının doğal bir sonucu olarak yapılan işlemler diğer bağlı şemaları da etkilemektedir. Seçim yapısı ise farklı seçenekler arasındaki seçim ya da alternatifi tanımlamaktadır. Seçim tipi çoğunlukla farklı girdi tiplerinin seçimlerinde kullanılmaktadır. Ancak fazla olmasa da tanımlama(define) tipleri içeren seçim işlemlerinde de kullanılmaktadır.



Şekil 9.13 EXPRESS-G ortamında kullanılan kurulu veri tipleri(ISO 10303-11)

9.3.1.5 Bağlantı Çizgileri

Ayrıca alt ve üst tipler olarak tanımlanan yapılarda çok karmaşık grafikleri oluşturmak için STEP ortamında yaygın olarak kullanılan uygulamalardandır. EXPRESS-G mantıksal yapının iletimi için sınırlı notasyonlar kullanılmaktadır. Bunlar içinde çeşitli çizgi tipleri ve çizgi kalınlıkları ile şemadaki elemanların ilişkileri gösterilmektedir. Bu çizgi tipleri şekil 9.14’te gösterildiği gibidir. Burada ince düz ve sonunda daire şekli bulunan çizgi zorunlu ve olması gerekli bağlantıları göstermek için kullanılır. Örneğin bir parçanın şekli, adı, imalat özellikleri gibi temel bilgileri içerir. Kesikli çizgi kullanılan yapıda ise tercihli verilerin girilmesi için kullanılmaktadır. Kalın çizgili tip ise alt tiplerin (subtype) bağlanmasında görev alan bir yapıdır.

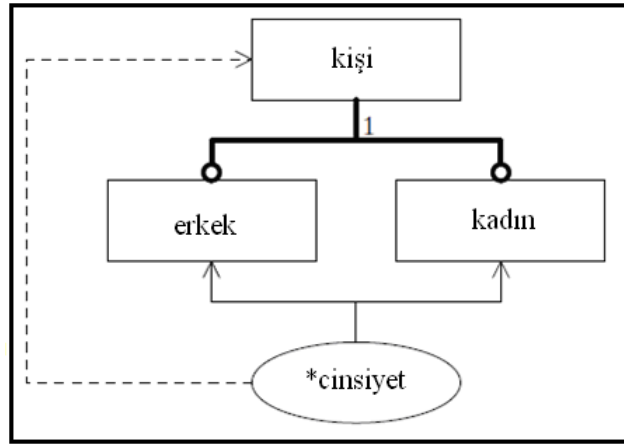


Şekil 9.14 EXPRESS-G’de verilerin bağlantısında kullanılan çizgi tipleri(ISO 10303-11)

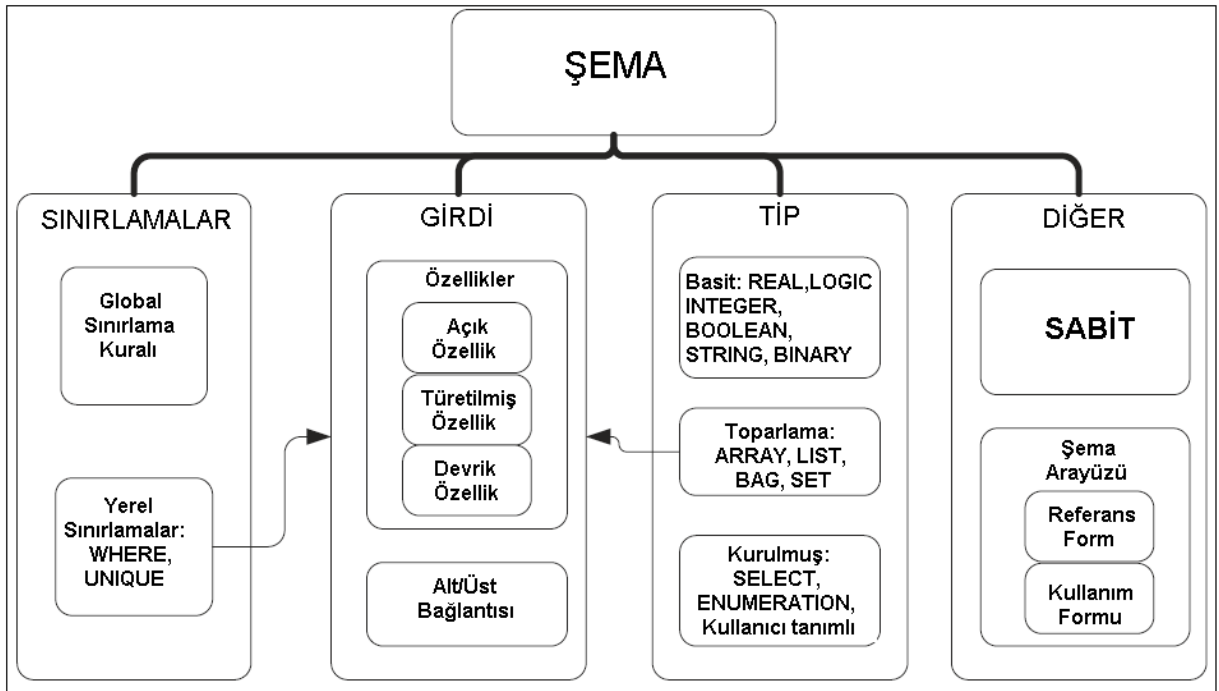
9.3.1.6 Farklı Bağlantı Yapıları

ISO 10303-11’e göre, ONEOF bağlantısı da üst tipi her bir alt tipine dallandırılmış bir biçimde ilişkisini göstermektedir. Eğer ONEOF(Biri) bağlantısı alt tip koşulu ile tanımlanmışsa, alt tip kısıtlayıcısı için elips şeklinin içerisinde alt tip koşulunun önüne yıldız işareti getirilerek belirtilmektedir. Aynı şekilde TOTALOVER(Tümü)’da özel bir üst-tip

kısıtlayıcı yapıdır. Bu iki sınırlamayı gösteren yapı şekil 9.15'te verilmiştir. Şekil 9.16'da ise şematik özelliklerin tümü bir arada verilmiştir.



Şekil 9.15 TOTAL_OVER sınırlamasının kullanımı(ISO 10303-11)



Şekil 9.16 EXPRESS veri modelinin ana elemanları(Xu ve Nee, 2009)

9.3.2 EXPRESS ve EXPRESS-G'nin Veri Modeli Karşılaştırması

EXPRESS-G ile modellerin grafiksel gösterimlerinin yapıldığı daha önce de belirtilmiştir. Bu noktada EXPRESS-G ile EXPRESS dili ile hazırlanmış olan bir yapının gösteriminin yapılması ile yapı üzerinde çalışacak olan sistemin ya da operatörün yapıyı ve içindeki bağlantıları anlaması rahat bir biçimde gerçekleşecektir. Böylece çözümü doğru bir biçimde ortaya koyabilmesi sağlanır. Aynı zamanda sürecin farklı aşamaları arasında oluşabilecek

anlam farklılıkları giderilerek istenilen geometri, biçim, yüzey vb. arzu edilen şekilde elde edilmesi mümkün olacaktır. EXPRESS veri modelleme dili ile hazırlanmış olan örnek yapı aşağıdaki gibi olmaktadır;

```
SCHEMA complex;
```

```
ENTITY a;
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY b SUBTYPE OF (a);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY c SUBTYPE OF (a);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY d SUBTYPE OF (a);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY f SUBTYPE OF (a, z);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY k SUBTYPE OF (d);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY l SUBTYPE OF (d, y);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY x SUBTYPE OF (z);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY y SUBTYPE OF (z);
```

```
END_ENTITY;
```

```
ENTITY z;
```

```
END_ENTITY;
```

```
SUBTYPE_CONSTRAINT a_subs FOR a;
```

```
ONEOF(b, c) AND d ANDOR f;
```

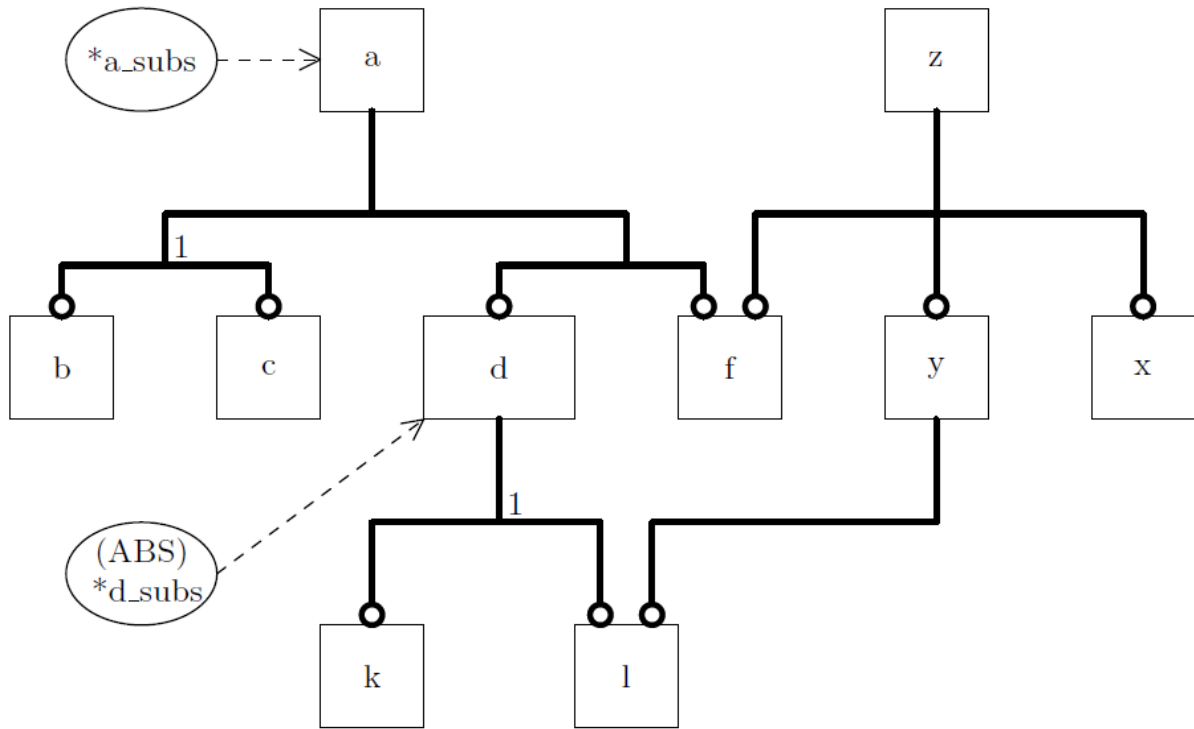
```
END_SUBTYPE_CONSTRAINT;
```

```

SUBTYPE_CONSTRAINT d_subs FOR d;
ABSTRACT;
ONEOF(k, l);
END_SUBTYPE_CONSTRAINT;
END_SCHEMA;

```

Buradaki örnekte görüldüğü gibi hazırlanmış olan bu model ilk bakışta çok rahat anlaşılabilir değildir. Aynı modellemenin EXPRESS-G formatına dönüştürülmesi ile anlaşılabilirlik artmakta ve gözden kaçması muhtemel önemli noktalar yakalanabilmektedir. Söz konusu yukarıdaki örneğin EXPRESS-G ile gösterimi şekil 9.17’de olduğu gibidir. Bunun dışında çok daha karmaşık sistemlerin açıklanması ve tanımlanması açısından da büyük faydaları olacağı açıktır.



Şekil 9.17 EXPRESS-G gösterimi ile modellenmiş veriler (ISO 10303)

Örnekten de görüldüğü gibi EXPRESS-G anlaşılabilirliği en üst seviyeye çıkartmaktadır. Bunda elbette görsel olarak betimlenen yapının katkısı çok fazladır. Bu sistemlerden çok daha karmaşık sistemlerin de modellenmesi yapılacak olursa işlemleri gerçekleştirecek birimler arasındaki iletişim kaynaklı problemlerin önüne geçilmesi çok daha rahat ve kolay olacaktır.

10. ÜÇ BOYUTLU GEOMETRİK BOYUTLANDIRMA VE EXPRESS-G İLE GRAFİKSEL GÖSTERİMİN DAİRESEL BİR PARÇA ÜZERİNE UYGULANMASI

EXPRESS-G'nin şematik olarak parçanın farklı yüzey, form, imalat özellikleri gibi çeşitli konularda aralarında bulunan ilişkileri tanımlaması ve göstermesi açısından faydalı olduğu belirtilmişti. Bu sayede parça yapısının ve farklı uygulamalarda parça montajlarının da dahil olduğu pek çok noktanın detaylı ve anlaşılır biçimde tanımlanması sağlanmaktadır.

Uygulamada Standard bir parça olan ve TS ISO 7500-1'de belirtilen PN10, DN100 bir kör flanş kullanılmıştır. Bu parça üzerinde bulunan 8 delik ile flanşın kullanılacağı sisteme sökülebilir bağlantısı sağlanmaktadır. Söz konusu yapının ilgili standarttan alınan ölçüleri şu şekildedir. Delik çapları 18 mm, ana diskin çapı 220 mm, küçük diskin çapı 90 mm, her iki diskten ana diskin et kalınlığı 18mm, küçük diskin et kalınlığı 4 mm olup toplam et kalınlığı 22 mm'dir. Bu ölçülere göre sistemin uygun biçimde ilgili standartlara uygun biçimde toleransları belirlenmiş ve boyutlandırması yapılmıştır. Bu ölçüler çizelge 10.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 10.1 Flaşın genel geometrilerinin boyutları

Geometri	Boyutlar (mm)
Ana Disk Yapısı	$\phi 220$
Küçük Disk Yapısı	$\phi 90$
Delikler	$\phi 18$

Söz konusu yapılacak grafiksel gösterim çok çeşitli biçimdeki parçalar üzerine bazı değişikliklere gidilerek uygulanabilir. Uygulamada flanşların kullanılacak olmasından ötürü, öncelikle flanşların kullanım alanları ve yapısı hakkında bazı bilgilerin verilmesi faydalı olacaktır.

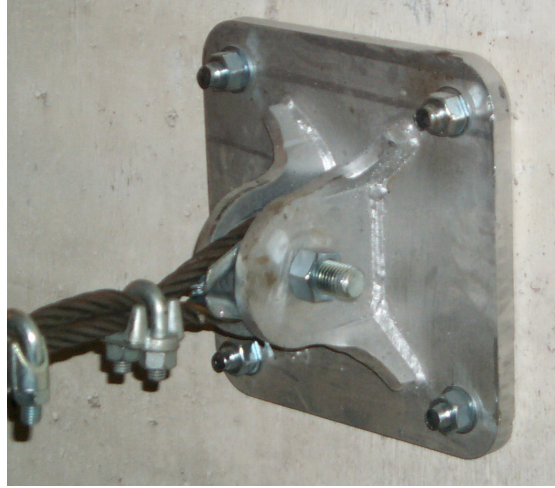
10.1 Flaşların Kullanım Alanları ve Yapıları

Flanşlar mekanik sistemlerde bağlantı ve sızdırmazlık elemanı olarak kullanılmaktadırlar. Standard yapılarıdaki flanşlar dairesel ve dikdörtgen formunda olup bunlardan dairesel flanşlar özellikle enerji alanında doğalgaz nakil hatları ve tesisatlarında kullanılmaktadır. Dikdörtgen formuna sahip flanşlar da çeşitli alanlarda kendilerine yer bulmaktadırlar. Özellikle çelik konstrüksiyon yapılarında kirişlerin bağlantısında sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bu temel flanş

yapıları dışında özellikle otomotiv sektöründe istenilen yapıda flanşlar üretilmektedir. Şekil 10.1’de dairesel ve şekil 10.2’de dikdörtgen formundaki flanş tipleri görülmektedir.



Şekil 10.1 Dairesel Flanş [12]



Şekil 10.2 Dikdörtgen formlu flanş [13]

Flanşlar kullanım yeri ve maruz kalacağı şartlara göre paslanmaz çelik, bakır, alüminyum, pirinç gibi çeşitli malzemelerden imal edilirler. İmalatları sırasında öncelikle plastik şekil verme yöntemleri uygulanır ardından istenilen ölçü tamlığına göre tornalama başta olmak üzere çeşitli talaşlı işlemlerden geçirilirler. Flanşlar temel olarak yapılarına göre;

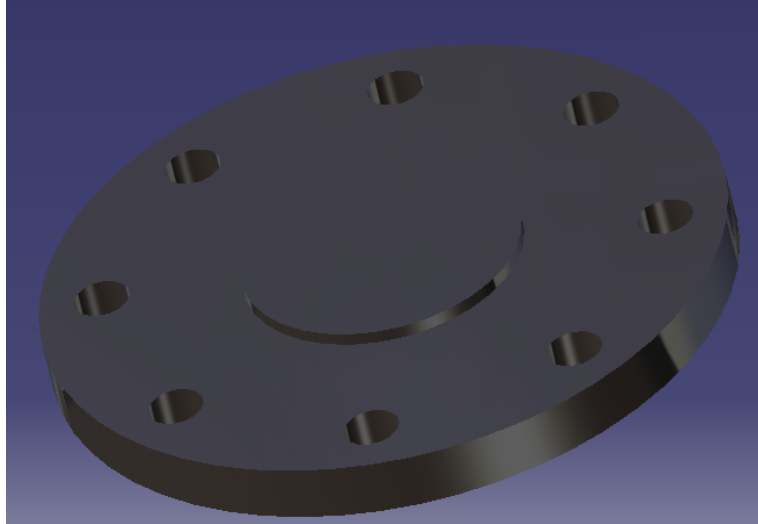
- Düz flanşlar
- Kör flanşlar
- Kaynak Boyunlu flanşlar olmak üzere gruplandırılabilir(Şekil 10.3).



Şekil 10.3 Düz, kör ve kaynak boyunlu flanşlar (Lee, 1999)

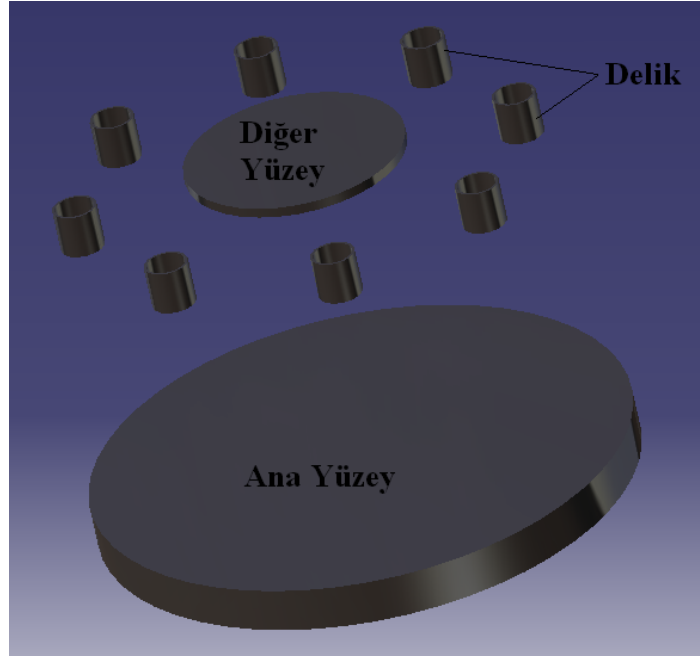
10.2 Flanşın Üç Boyutlu Tasarımı

Parçanın EXPRESS-G veri modellemesi gösterimi öncesinde ölçülerinin ve tasarımının elimizde olması gereklidir. Bu sayede adım adım veri modellemesi gerçekleştirilebilecektir. Bunun için Catia ortamında tasarlanmış olan flanşın çelik malzeme atanmış genel görünümü şekil 10.4'te gösterildiği gibi olmaktadır. Burada kör flanşın seçilmesinin nedeni örneğin karmaşıklaşmaması ve rahat anlaşılabilir olması içindir.



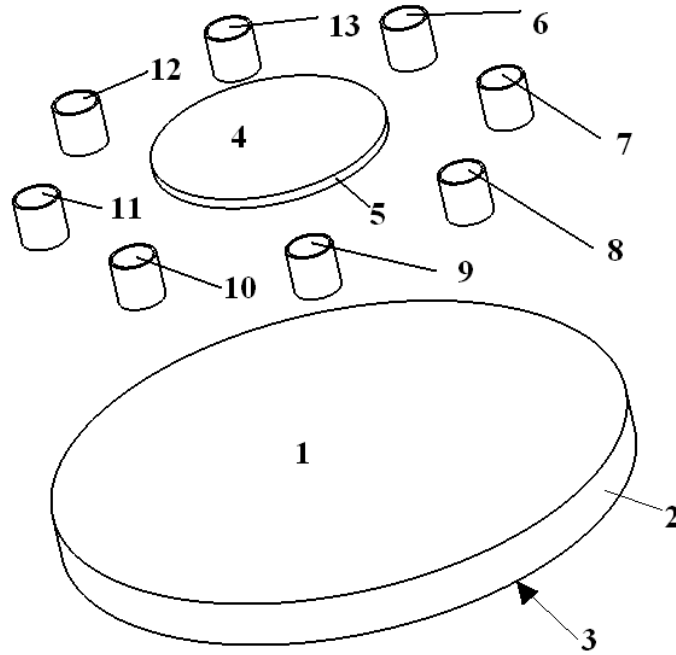
Şekil 10.4 Tasarımı yapılmış olan kör flanşın çelik malzeme atanmış görünümü

Flanşta ilk anda şekil 10.5'te görüldüğü gibi ana yüzeyi oluşturan daire alanı, üzerinde çapı daha küçük olan bir daire alanı ve deliklerden oluşmaktadır. Veri modellemesi sırasında bu dairesel yapıların toleranslarına göre yaklaşımda bulunulacaktır. Buradaki 8 deliğin toleransları değerleri aynı olmasına rağmen konumları farklı olduğu için tek tek incelenecektir.



Şekil 10.5 Tasarımı yapılmış olan kör flanşı oluşturan ana yapıların parçalı biçimde gösterimi

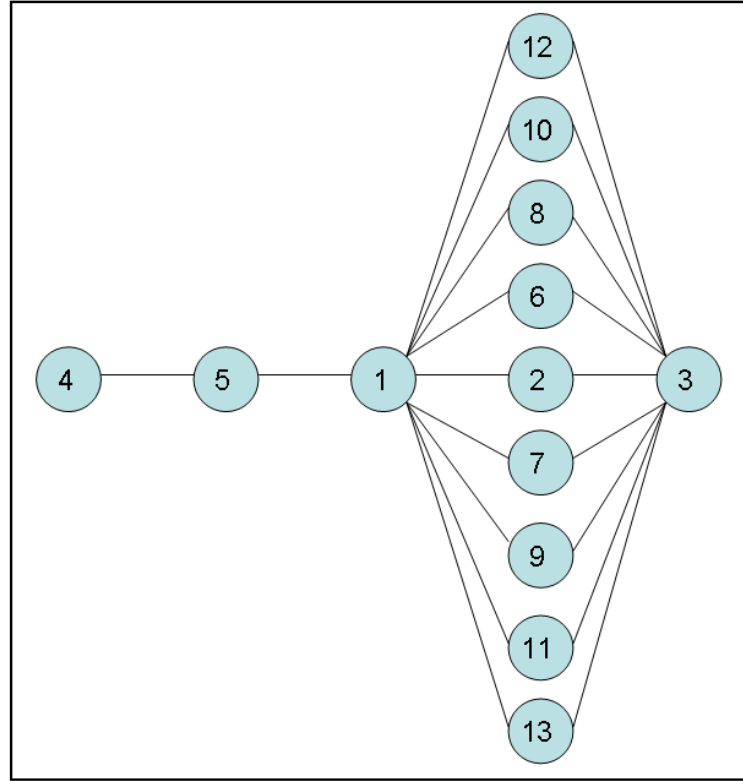
Flanşı oluşturan yapıların gösteriminden sonra yüzeylerin belirlenmesi ile yüzeyler arasındaki ilişkinin gösterilmesi gerekmektedir. Böylece kullanılacak imalat yöntemi de ortaya konabilir. Burada, ana daire yüzeyi diğer küçük daire yüzeyi ile deliklerin iç yüzeylerine numaralar verilmiştir. Şekil 10.6'da bu numaralandırmalar görünmektedir.



Şekil 10.6 Tasarımı yapılmış olan kör flanşın yüzeylerinin numaralandırılması

Flanşın temel yüzeyini oluşturan büyük parça 1 numara ile gösterilmiştir. Bu parçanın yan tarafı 2 ve alt kısmı 3 ile numaralandırılmıştır. Küçük daire yüzeyi ise üst kısmı 4 yan kısmı ise 5 olarak numaralandırılmıştır. Burada önemli bir nokta olarak gerçek parça yapısında büyük yüzey ile küçük yüzey bir bütün olarak bulunduğu için küçük yüzeyin alt kısmının numaralandırılmasına gerek yoktur. Ancak iki farklı diskin birbirine montajı söz konusu olsaydı alt yüzeyinde numaralandırılarak belirtilmesi gerekecekti. Deliklere ise 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 13 sayıları verilerek numaralandırılmıştır.

Bu numaralandırmalar ile yüzeyler arasındaki ilişkilerin gösterilmesi mümkün olacaktır. Bu konu Holland vd.,(2002) tarafından yapılan bir çalışmada tasarımcıların aşına olmadıkları imalat süreçleri ile parçaları tasarlaması açısından incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda modern imalat tekniklerinde, geleneksel tip sınıflandırmaların yenilenmesi gerekliliğine ulaşmışlar ve imalat süreçlerini metal şekillendirmeye uygun hale getirmek için CAD çiziminden elde edilen STEP verisi ile incelenerek programın yazılacağını belirtmişlerdir.

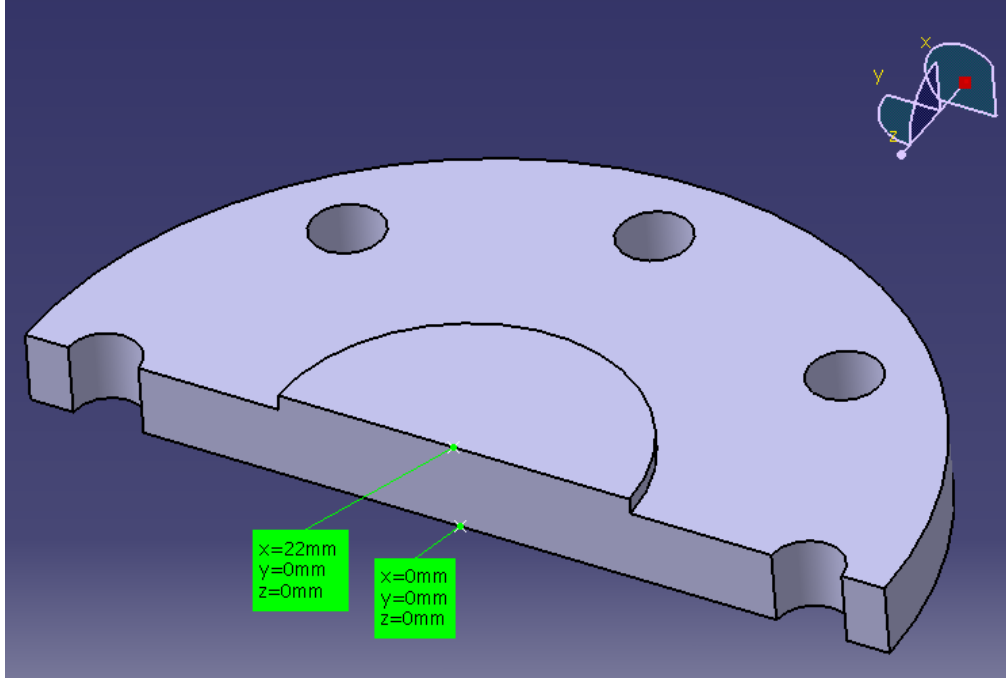


Şekil 10.7 Flanş yüzeylerinin gösterimi ve numaralandırılmış yüzeyler arasındaki bağlantılar

Söz konusu sınıflandırma yapılırken daha önce de belirtildiği gibi parçanın şekli kullanılacak imalat yöntemini belirlemektedir. Kullandığımız flanş dairesel bir parça olduğu için yüzeylerin gösterimi şekil 10.7’de daire şeklinde yapılarak, şekil 10.6’da gösterilen yüzeylerin birbiri ile bağlantıları gösterilmiştir. Bu bağlantılardan da görüleceği üzere 1 numaralı ana

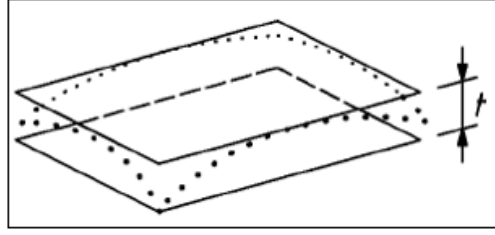
parça üst yüzeyinin boyutları ve tolerans değerleri deliklerin konumu ve parça toleransı açısından önemlidir. Aynı zamanda bağlantıyı sağlayacak olan elemanlardan dolayı deliklerin de tolerans değerleri önem taşıdığı için çalışmada bu noktalar üzerinde durulmuştur.

3B'lu geometrik boyutlandırma ve tolerans gösterime geçmeden önce aşağıdaki şekilde parçayı oluşturan ana şekil olan büyük dairesel yapının koordinatları gösterilmiştir. Başlangıç noktası koordinatları x, y ve z değerlerinin tümü için sıfır alınmıştır. Küçük dairesel parça ise x eksenine doğrultusunda, ana disk başlangıç değerinden, 22 mm ilerleyerek bitecektir. Bu parçanın da koordinatları y ve z değerleri için sıfır iken x , 22 mm değerindedir (Şekil 10.8).



Şekil 10.8 Üç boyutlu tasarımda başlangıç ve bitiş koordinatlarının gösterimi

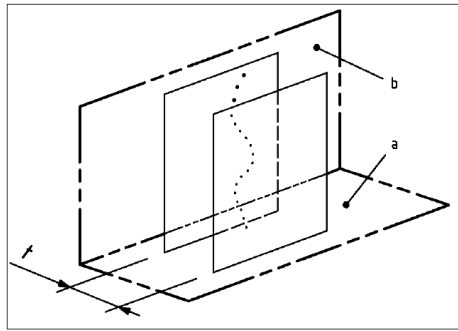
Çalışılan parçada kullanılması gereken yüzey toleransları, ana disk yüzeyli için düzlemsellik toleransının yanı sıra, büyük ve küçük disk yüzeyleri arasındaki diklik ve deliklerin konumu olarak belirlenmiştir. Aynı zamanda çalışmada yer alması da disk merkezleri için ortak eksenlilik bağlantısı da farklı kullanım alanlarında gösterilebilir. Kullanılmış olan tüm bu yüzey toleranslarını kısaca şu şekilde tanımlayabiliriz. Yüzey toleranslarından düzlemsellikte istenen yüzey, aralık değeri verilmiş olan iki paralel yüzey arasında bulunmalıdır. Şekil 10.9'da yüzey, t aralık değerindeki iki paralel yüzey arasında bir değerde kalmalıdır.



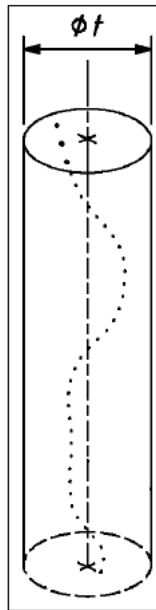
Şekil 10.9 Düzlemsellik toleransının gösterimi(ISO 1101)

Bir diğer yüzey toleransı ise büyük ve küçük diskler arasındaki dikliktir. Bu yapı şekil 10.10'de gösterildiği gibi, silindirin toleranslı eksenini referans düzlemine dik konumdaki düzlem üzerinde t aralıklı iki paralel yüzey arasında bulunmalıdır.

Deliklerin konumu için ise şekil 10.11'de gösterildiği gibi, deliğin eksenini referans yüzeylerine göre teorik tamlıktaki t çaplı silindirin içerisinde bulunması gerekmektedir. Çalışmada kullanılan yüzey toleranslarını böylece kısaca açıklanmıştır.

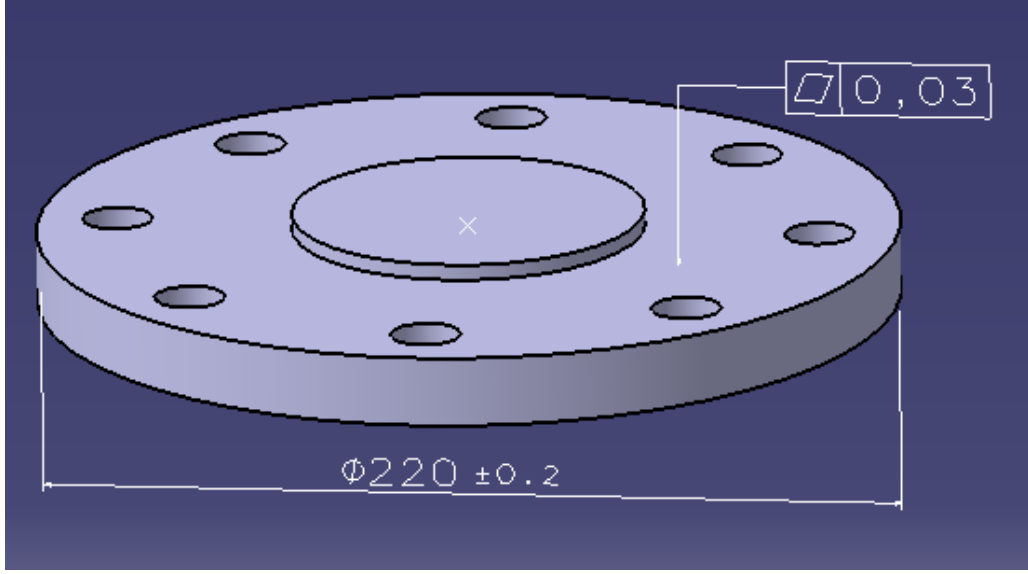


Şekil 10.10 Diklik toleransının gösterimi(ISO 1101)



Şekil 10.11 Konum toleransının gösterimi(ISO 1101)

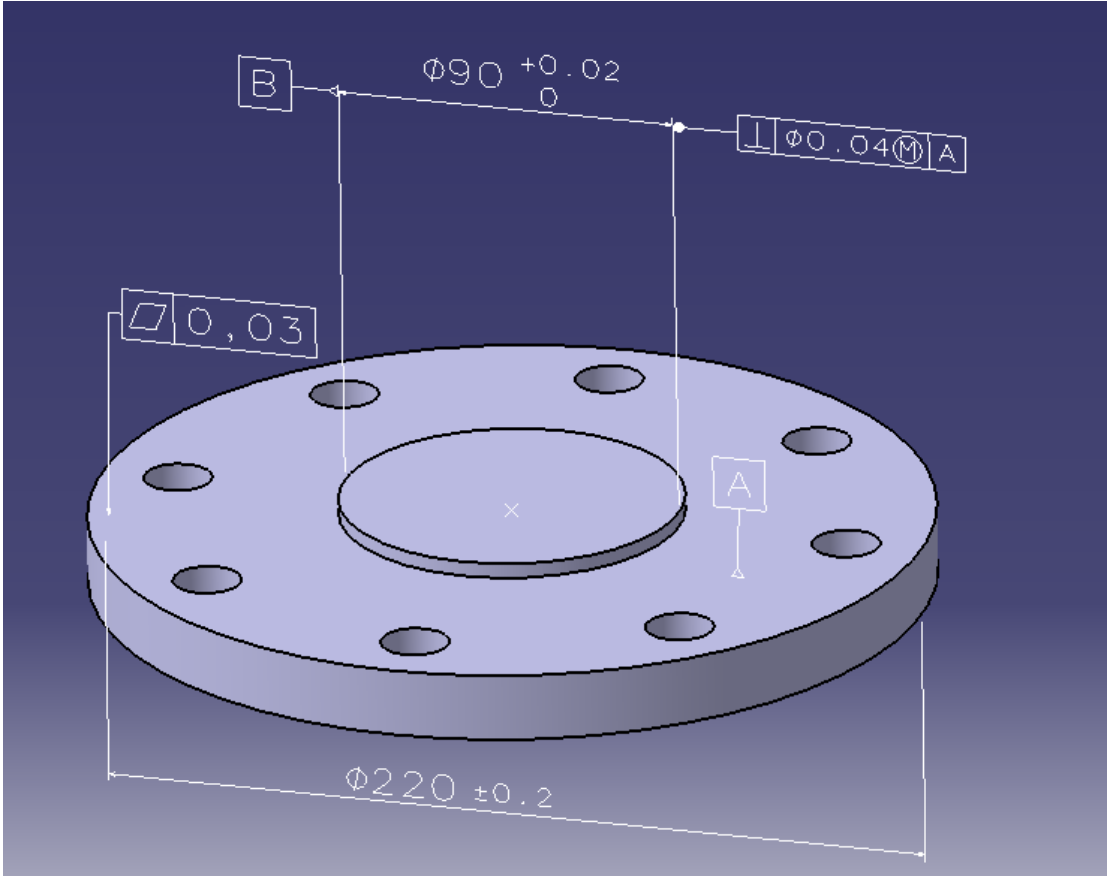
Öncelikle ana disk yapısının boyutları ve toleransları gösterilmiştir. Burada standartlardan alınan ölçülere göre diskin çapı 220 mm olarak belirlenmiştir. Ayrıca tolerans değerleri 0.2 mm olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte yüzeyin aynı zamanda sızdırmaz bir yapıda kullanılacağı için düzlemselliğinin de belirli bir değerde olması gerekmektedir. Bu değer 0.03 mm olarak kabul edilmiştir. Aynı zamanda büyük diskin üst yüzeyi A referans yüzeyi, küçük diskin ise eksen B referans eksenini olarak alınmıştır. Şeklin bu ölçülerdeki görünümü şekil 10.12’te gösterildiği gibidir.



Şekil 10.12 Ana diskin boyutları ve geometrik toleransının 3B’lu tasarımda gösterimi

Aynı zamanda B referans yüzeyini de oluşturan küçük diskin ölçüsü standarttan 90 mm olarak alınmış ve 0.02 mm tolerans değeri seçilmiştir. Bu yüzeyde belirtilen B referans eksenini ile A referans eksenini arasında kurulan diklik bağlantısında maksimum malzeme kriterine göre 0.04 mm’lik tolerans değeri atanmıştır. Yapılan tüm bu ölçülendirme ve tolerans gösterimleri şekil 10.13’teki gibidir.

Ana disk ve küçük disk kütleleri için ortaya konan tüm bu tolerans değerleri tasarımın sızdırmazlığı sağlayıcı bir bağlantı elemanı olduğu göz önüne alınarak belirlenmiştir. Bunların yanı sıra ortak eksenlilik ve hareketli parçalar için gerekli olabilecek yalpalama toleransının da farklı çalışmalarda gösterimi yapılabilir.



Şekil 10.13 Küçük diskin ve ana diskin boyutları ve geometrik toleranslarının 3B’lu tasarımda gösterimi

Tasarımın son aşamasında deliklerin konum toleransları belirlenmiştir. TS 5414 standardında belirtilen özelliklere göre deliklerin toleransları belirlenmiştir. TS 1845-1 EN 20286-1 standardından normal delik sistemine göre anma ölçüsü 18 mm için H7 delikten elde edilen değer 0 ile +0.021 mm arasında olacak şekilde belirlenerek gösterimde kolaylık olması açısından 0.02 mm olarak seçilmiştir. Konum toleransında A referans yüzeyi ve maksimum malzeme şartındaki B referans yüzeyine göre 0.04 mm’lik en çok malzeme şartındaki silindirik bir yüzey içerisinde konum toleransları verilmiştir.

Tasarımı yapılmış olan parçanın gösterimi yapılmış olan tüm ölçüleri, referans yüzeyleri ve toleransları, 3B’lu geometrik boyutlandırma ve toleranslar adı altında Ek A’da gösterilmiştir. Ek B’de ise 2B’lu haliyle tasarımın ölçüleri, referans yüzeyleri ve toleransları verilmiştir.

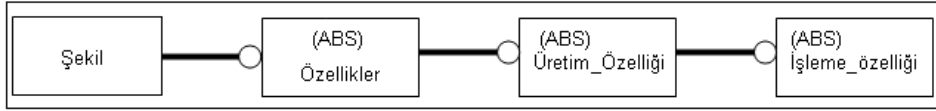
Tasarımın 2B ya da 3B’lu tolerans gösterimi sonrasında ise sistemin EXPRESS-G ile grafiksel olarak modellenmesine geçilebilir. Bu yapı esas alınarak, kapalı çember profilindeki delikler, alt ve üst disk yapılarının özelliklerine göre veri modeli gösterimi yapılmıştır. Bu özellikler, parça şekli, imalat özellikleri, parça yapısına göre işleme özellikleri ve bunlara bağlı olarak istenilen yapı ile toleransların gösterilmesi olup bağlantıları ilgili standart olan

ISO 10303-11’de belirtilen şekilde grafiksel olarak tanımlanmıştır. Öncelikle ana parça daha sonra üzerindeki küçük dairesel yüzey ve sonrasında da konumlarına göre deliklerin incelenmesi yapılmıştır.

10.3 EXPRESS-G ile Grafiksel Gösterimin Tasarımı Yapılmış Parça Üzerinde Örneklenmesi

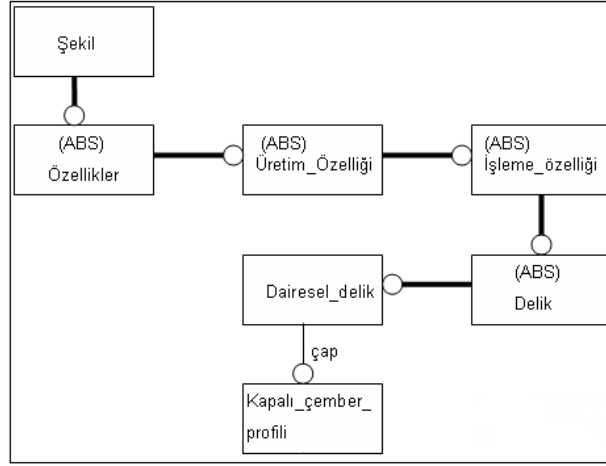
Flaşın tasarımının ardından EXPRESS-G ile veri modellenmesi yapılması, çalışılan konu üzerinde ürün model verisinin değişimi için gerekli olan şemanın çıkarılmasını sağlayacaktır. Böylece yapı hem standartlara uygun olacak hem de farklı sistemler arasında oluşabilecek karışıklıkların önüne geçilecektir. Çünkü hazırlanacak olan gösterim gerekli olan işlem ve parametreleri herhangi bir ortamdan bağımsız bir biçimde üzerinde bulduracaktır. Böylece çeşitli cihazlarda yapılacak olan boyutsal ölçümler için gerekli olan bilgilerin sağlanması gerçekleştirilecektir.

Buna göre öncelikle yapıda şekil, üretim ve işleme özelliklerini tanımlayacak şekilde grafiksel gösterim yapılmıştır. Alt tip gösterimi ile bu özellikler birbirlerine bağlanmaktadır. Şekil 10.14’te bu özelliklerin alt tipler olarak birbirlerine bağlantısı görülmektedir. Burada gösterilen özellikler genel olarak kullanılabilirler.



Şekil 10.14 EXPRESS-G veri modellemesinde kullanılan genel özellikler

Bu aşamadan sonra parçayı oluşturan yapının geometrik özelliklerine göre grafiksel gösterimde tanımlanması gerekmektedir. Bu da işleme özelliğine bağlı olmasını beraberinde getirecektir. Örnek flanş parçamızın üzerindeki deliklerden birisi için gerçekleştirilen uygulamada deliğin formu, profil tipi gibi temel özellikleri belirtilmesi gerekir. Bu özelliklerin eklenmesi ile ilerleyen şema şekil 10.15’de gösterildiği gibi olacaktır.



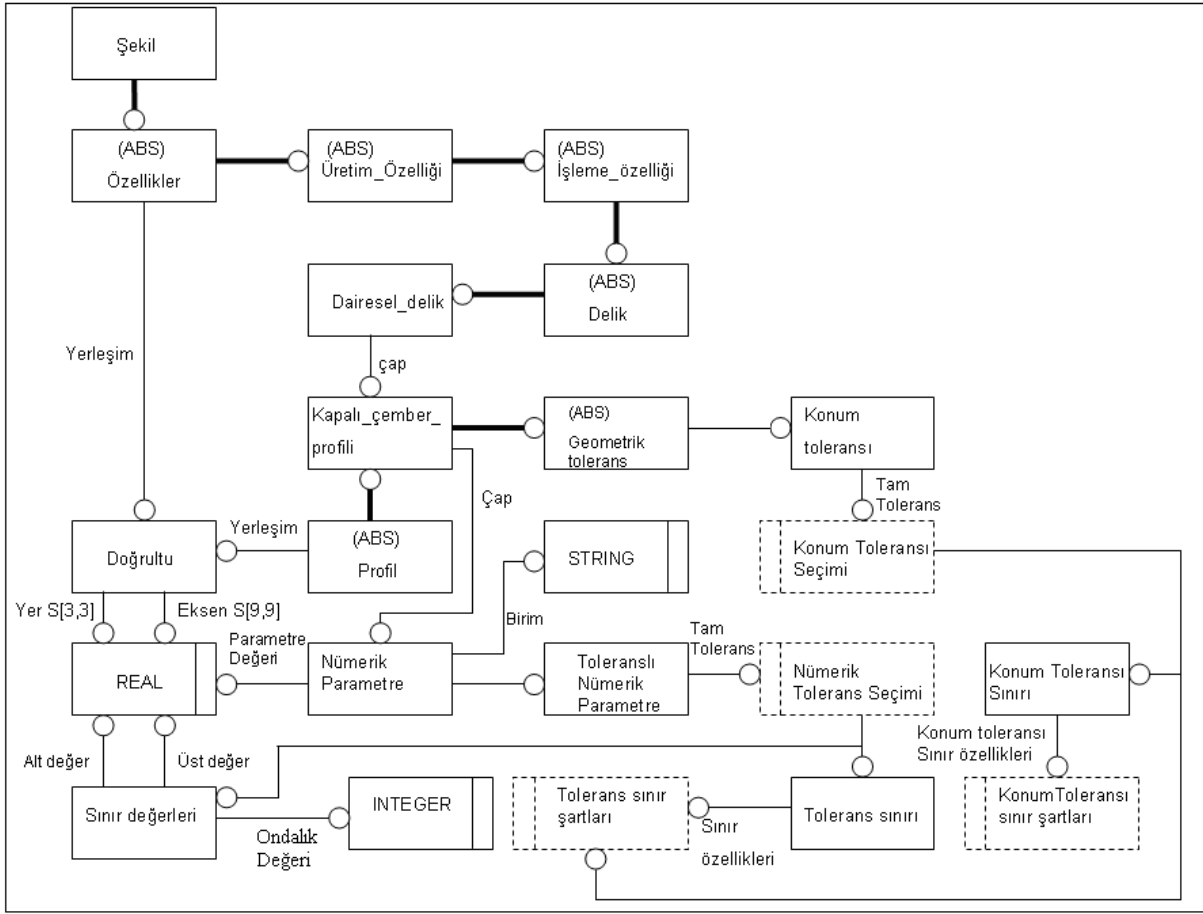
Şekil 10.15 EXPRESS-G veri modellemesinin geometrik özelliklere göre genişletilmesi

Delik form özelliği belirtildikten sonra tasarımda geometrik boyutlar ile birlikte en önemli noktalardan birisini oluşturan toleransların belirtilmesine ihtiyaç vardır. Çünkü CMM'ler ile yapılacak olan ölçümler de belirtilecek olan bu toleransları temel alarak, ölçüm sonuçlarını operatöre bildireceği için bu değerlerin doğruluğu önem taşımaktadır. Tasarımda delikler için standartlardan tespit edilen tolerans değerinin yanı sıra delik merkezinin konum toleransı da verilmişti. Bu iki veriyi göz önünde bulundurarak toleransların tümünü içerecek biçimde şekil 10.16'de grafiksel gösterim detaylandırılmıştır.

Şekil 10.16'de de gösterildiği gibi kapalı çember profiline bağlı olarak nümerik değerlerin girilmesiyle ve bunlara atanan tolerans değerlerinin oluşturduğu bir veri grubu ve aynı şekilde kapalı çember profilinde, çember merkezinin konum toleransının oluşturduğu diğer veri grubuyla birlikte elde edilmek istenen deliğin tüm geometrik boyut ve tolerans özelliklerini içerecek şekilde sunulmaktadır.

Grafiksel gösterimde kullanılan String yapısı sistemden alınacak verinin sonuna konacak sözcüğü tanımlamaktadır. Delik ölçüleri milimetre cinsinden alınacağı için uygulamada bu tanım "mm" ifadesine denk gelmektedir.

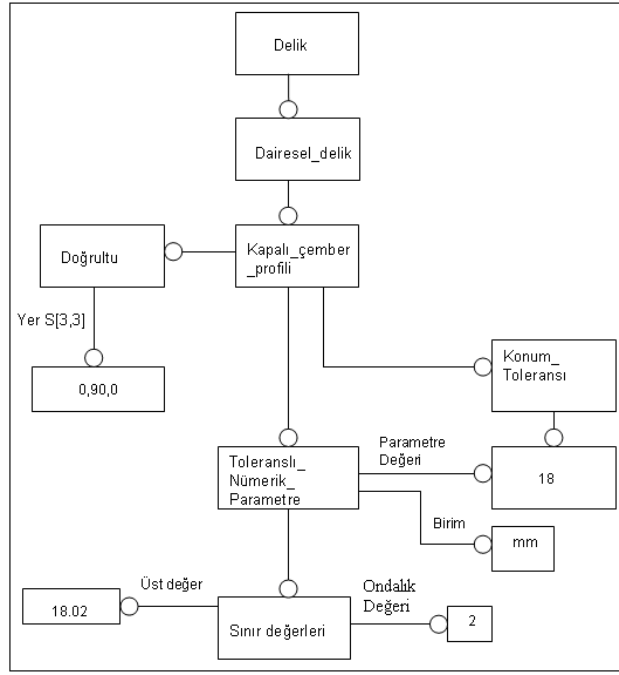
Ondalıklı sayı değerleriyle çalışıldığı için Integer özelliği de bu sayılardan anlamlı ifadeler üretmektedir. Bunu bir örnek ile açıklamak gerekirse, anlamlı sayı değerinin 2 olarak alındığı çalışmada, Integer ifadesine 2 değeri girilmiştir. Böylece ondalıktan sonra 2 rakam daha yazılacaktır. Böylece delikler için 18 mm'lik çap ölçüsü, toleranslandırma ve Integer'ın ifadesinin de eklenmesiyle 18.02 mm'lik değeri gösterecektir. Farklı sistemlerde, yapı, kullanım alanın özellikleri ve kullanıcının ihtiyaçlarına göre bu değer istenilen biçimde atanabilir.



Şekil 10.16 Flanş delikleri için genel EXPRESS-G veri modeli gösterimi

Real ifadesi ise sonucu belirten bir özelliktir ki son kullanıcı yalnızca Real ifadesinde verilen sayısal sonucu görebilmektedir.

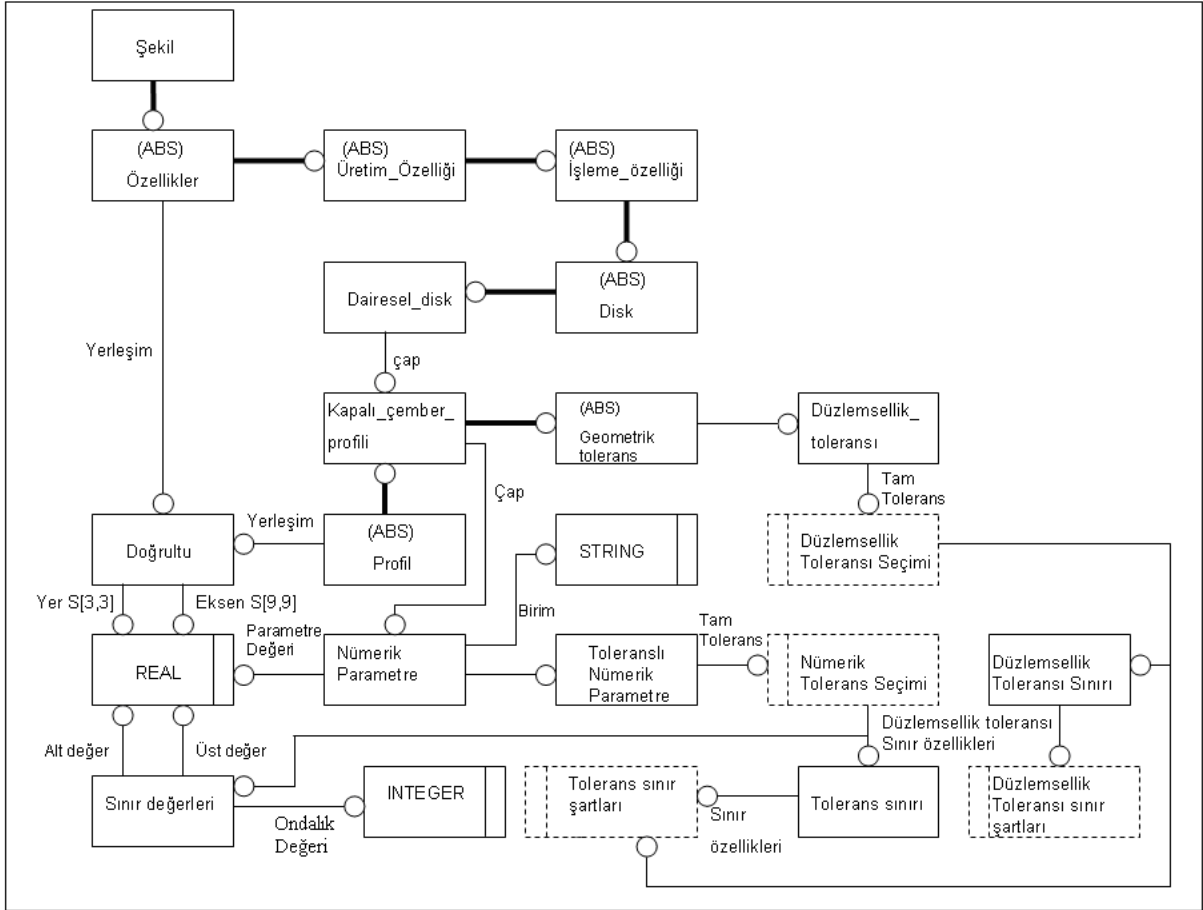
Bu yapının tasarımdaki ölçüler ile değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan ve birinci delik için hazırlanmış olan grafiksel gösterim şekil 10.17’te olduğu gibidir. Ana gösterim tüm delikler için aynıdır. Bunun yanı sıra çember merkezlerinin başlangıç noktalarına göre oluşturulan tüm deliklerin ölçü ve toleransları aynı olmakla birlikte konumları farklı koordinatlar üzerindedir. Diğer deliklerin konumlarının belirtildiği ve ölçülerinin yer aldığı EXPRESS-G gösterimleri Ek C’de verilmiştir.



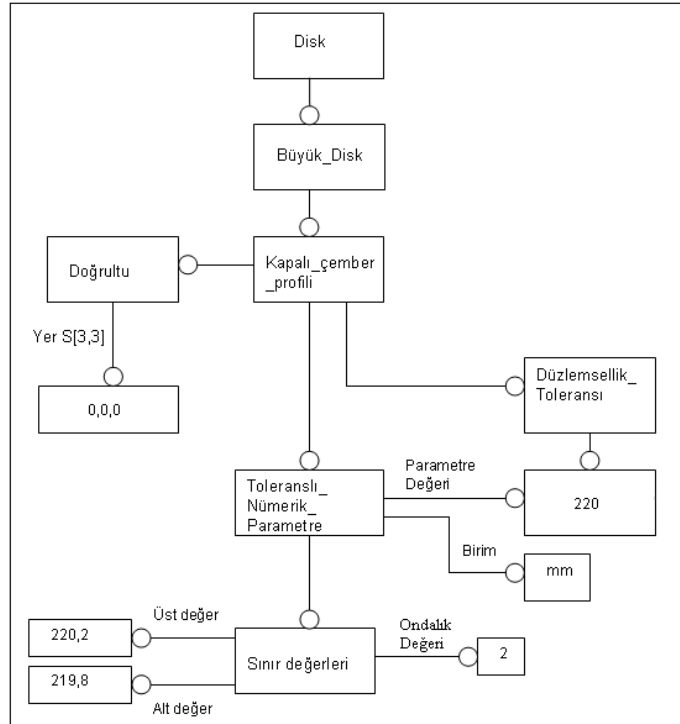
Şekil 10.17 Çember profilinin merkezi 0,90,0 koordinatlarında bulunan deliğin EXPRESS-G’de ölçüsünün gösterilmesi

Ana disk kütesinde ise sınır şartlarında aynı deliklerin gösteriminde olduğu gibi bir yapının kullanılması söz konusudur. Ancak ana disk kütesine delikte kullanılanlardan farklı olarak, birden fazla geometrik tolerans atanmıştır. Bu sebeple genel yapısı şekil 10.18’da gösterildiği gibi olacaktır.

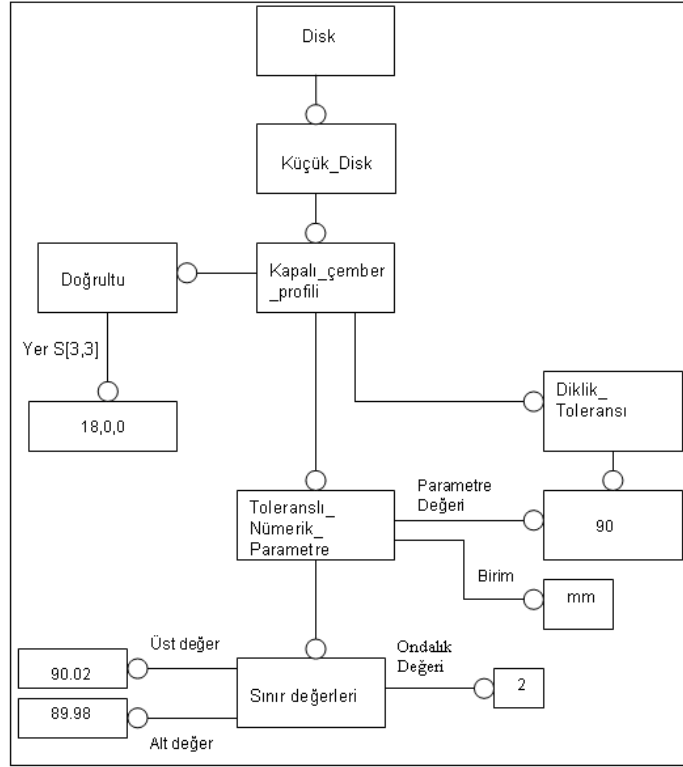
Ana diskin tasarımı esnasında, ölçüleri belirlendikten sonra, sızdırmazlık elemanı olarak kullanılacağından ve yüzeylerin tam teması arzu edildiğinden ötürü tolerans olarak yüzey düzlemselliği seçilmişti. Söz konusu bu toleransların EXPRESS-G ile gösterimi de aynı deliklerin gösteriminde kullanılan benzer sisteme, düzlemsellik toleransının eklenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Tüm bu toleranslar, tolerans sınır şartları adı altındaki birimde toplanarak buradan da sınır değerlerini gösterecek olan grafiksel gösterime bağlanmıştır. Ana disk yapısının tasarımının belirlenmiş olan ölçülerine göre görünüşü şekil 10.19’deki gibi olmaktadır.



Şekil 10.18 Ana disk yapısının EXPRESS-G veri modeli gösterimi



Şekil 10.19 Ana disk ölçüsünün EXPRESS-G'de gösterimi



Şekil 10.21 Küçük disk ölçüsünün EXPRESS-G’de gösterimi

EXPRESS-G ile gösterilen yapının farklı sistemlerde kullanılabilmesi için bir program dahilinde kodlanması gerekliliği açıktır. Bu kodlar Ek D’de ISO 10303’ün 21. Bölümüne göre çıkartılarak sunulmuştur.

11. SONUÇ

Çalışma sonucunda günümüz imalat sistemlerinde kullanılan bilgisayarların önümüzdeki yıllarda öneminin artacağı görülmüştür. Artan üretim kapasiteleri ve rekabet ortamının gerektirdiği hıza istenilen cevabı verebilecek yapıların bilgisayar destekli olması gereklidir. Bu durum, bilgisayarlarla tasarımı yapılmış ve üretim hattına sevk edilmiş olan çalışmaların kalite kontrolünün tüm aşamalarını bilgisayar destekli hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır.

CAD sistemi ile yapılmış olan tasarımın imalatı sırasında meydana gelebilecek hataların önüne geçmesi amacıyla tüm birimlerin anlayabileceği şekilde, boyutlarının ve toleranslarının belirtilmesi gerekmektedir. Aynı şekilde bilgisayar destekli olarak yapılan tasarımların üzerinde, imalat proseslerinde oluşan farklılıklara göre elde edilen verilerle sağlanan istatistiksel tolerans değerlerine göre sürekli kontrol altında tutulması da kalitenin geliştirilmesi açısından bir diğer önemli noktadır.

Ortak çalışmalar gerçekleştiren farklı firmaların yazılımları arasında yapılan veri iletişimi esnasında hataların olması da istenmeyen bir durumdur. Aynı şekilde tasarım, üretim ve

gözlem süreçlerinde kullanılan ekipmanların yazılımları arasında düzgün bir iletişim istenmektedir.

Farklı sistemlerin ara yüzleri arasındaki iletişimi düzgün bir biçimde sağlamak için kullanılan veri değişimi standartlarından, DMIS ile STEP gelişimine devam etmekte ve pek çok firma tarafından daha fazla kabul gören bir yapı haline dönüşmektedir. Gelişen bu veri değişimi standartları sayesinde CAD sistemi, CMM'ler arasında data aktarımının doğru bir şekilde yapılabilmesi böylece mamul özelliklerinin doğru elde edilmesi CAQ sisteminin önemli noktalarından birisidir.

Parça tasarımlarının üç boyutlu çizimde, ölçü ve toleranslarının belirtilmesi ise iki boyutlu çizimlere göre üzerinde çalışacak kişi ve operatörler tarafından daha rahat ve hızlı bir biçimde anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu da imalat sürecinde tasarım kaynaklı yanlış anlamaları azaltacak ve operatörlerin işini kolaylaştıracaktır.

Üretim sırasında ve üretim sonrası parçanın CMM'ler aracılığıyla yapılan ölçümlerinin doğruluğu istenilen ürün kalitesinin sağlanabilmesi, veri bankası için gerekli yeni dataların oluşturulması ve bunlara göre istatistiksel yaklaşımların yapılarak, CAQ sistemini içerisinde değerlendirilmesi ile mümkündür. Bu verilerin, değişik CAD ve CMM sistemleri arasındaki veri iletişimde kullanılacak yapının EXPRESS ya da EXPRESS-G veri modelleme dili ile modellenmesi sistemin anlaşılabilirliğini arttırması açısından önemlidir. EXPRESS-G'nin basit tanımlamaları ile yapının anlaşılabilirliği arttırmakta ve buna paralel olarak tasarımdan imalata geçiş süreçlerinde, oluşturulan şemalar yardımıyla hataların en aza indirgenmesini sağlamaktadır. EXPRESS ile de bu gösterimin bilgisayar ortamına geçişi rahatlıkla sağlanabilmekte ve farklı sistemler arası dosya transferlerinde veri kayıplarının önüne geçebilmektedir.

Sonuç olarak, imalat süreçlerinde bilgisayar destekli kalite kontrolünün gerçekleştirilmesi için verilerin istenen biçimde elde edilmesi gereklidir. Tasarımı yapılmış, geometrik boyut ve özellikleri belli ürünlerin, imalat sonrası CMM'lerden alınan ölçüm sonuçlarına göre boyut ve toleranslarının bilgisayar ortamında karşılaştırılması üretim kalitesini arttırması açısından önemlidir. Bu noktada veri değişimindeki alışverişin hataya yer vermeyecek yapıda, belirli bir standartta, olması gereklidir. Günümüzde veri değişimindeki koordinasyonu sağlayan DMIS ve STEP standartları yakın gelecekte konu ile ilgili pek çok standarttan daha fazla öneme sahip olacaktır. Bu standart yapılarının kullanımıyla üretim kalitesinde artış olacağı görülebilmektedir.

KAYNAKLAR

ASM Handbook Committee, (1997), Metals Handbook Volume 17 – Nondestructive Evaluation And Quality Control, ASM International, Ohio

Aydın, A., (2000), “Bilgisayar Destekli Kalite Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Barreiro, J., Martinez, S., Labarga, J.E. ve Cuesta, E., (2005), “Validation Of An Information Model For Inspection With CMM”, International Journal Of Machine Tools And Manufacture, 45:819-829

Benea, R., Fortin, C.ve Cloutier, C., (2002), “Analyse De Tole’rances En Fabrication Tenant Compte Des Proce’dé’s Et Des Erreurs Machines Outils”, Revue Internationale De CFAO Et D’Informatique Graphique, 17:39-59

Cerit, A.M., (1994), Makine Mühendisliği El Kitabı, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Ankara

Chennakesava, R.A., (2008), Fuzzy Logic and Neural Networks, Basic Concepts And Applications, New Age International, Hyderabad

Chiabert, P., Lombardi, F. ve Orlando, M., (1998), “Benefits of Geometric Dimensioning And Tolerancing” Journal of Materials Processing Technology, 78:29-35

Çavuşoğlu, İ., (2006), “Modern Kalite Yönetim Sistemlerinin Endüstriyel Uygulamalarında Proses Performanslarının Değerlendirilmesi ve Sürekli İyileştirilmesi” Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Dantan, J.Y., Ballu, A. ve Mathieu, L., (2008), “Geometrical Product Specifications – Model For Product Life Cycle”, Computer Aided Design, 40:493-501

Durakbaşa, M.N., (2003), Geometrical Product Specifications And Verification For The Analytical Description Of Technical And Non-Technical Structures, Abteilung Austauschbau Und Messtechnik TU Aum, Wien

Evans, J.R. ve Lindsay, W.M., (2008), The Management And Control Of Quality, Thomson South-Western, Canada

Fausett, L.V., (1994), Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms And Applications, Prentice Hall, New Jersey

Fowler, J., (1995), STEP for Data Management, Exchange And Sharing, Technology Appraisals, Twickenham, England

Genceli, O.F., (2005), Ölçme Tekniği, Birsen Yayınevi, İstanbul

Holland, P., Standring, P.M., Long, H. ve Mynors, D.J., (2002), “Feature Extraction From STEP(ISO 10303) CAD Drawing Files For Metalforming Process Selection In An Integrated Design System”, Journal of Materials Processing Technology, 125-126:446-455

ISO 1101, (2004), “Geometrical Product Specifications(GPS) – Geometrical Tolerancing – Tolerances of Form, Orientation, Location And Run-out”

ISO 9000, (2005), “Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary”

ISO 10303-11, (2004), “Industrial Automation Systems And Integration – Product Data Representation And Exchange – Part 11: Description Methods: The EXPRESS Language Reference Manual”

ISO 10303-21, (2002;), “Industrial Automation Systems And Integration – Product Data Representation And Exchange – Part 21: Implementation Methods: Clear Text Encoding Of The Exchange Structure

ISO 22093, (2003), “Industrial Automation Systems And Integration – Physical Device Control – Dimensional Measuring Interface Standard (DMIS)

ISO TC 184/SC4/WG 1, (1998), “STEP – Standard For The Exchange of Product Model Data, The First Working Draft of STEP”, Version 1.0

Juran, J.M. ve Godfrey, A.B., (1998), Juran’s Quality Handbook, 5th Edition, McGraw-Hill, New York

Kalpakistan, S. ve Schmid S.R., (2007), Manufacturing Processes For Engineering Materials, 5th Edition, Prentice Hall, New Jersey

Kayacan, M.C. ve Çelik, A., (1998), “STEP Standardı Formatı Kullanılarak İşlem Planlaması İçin Unsur Tanıtma”, Mühendis ve Makine Dergisi, 444:28-33

Knox, C., (1998), “Pico Brings USA Automotive Automation Technology To Europe”, Assembly Automation 18:275-278

Lee, R.R., (1999), Pocket Guide to Flanges, Fittings and Piping Data, Gulf Publishing, Houston, USA

Liu, H., Hwang, S.L. ve Liu, T.H., (2009) “Economic assessment of human errors in manufacturing environment” Safety Science, 47:170-182

Osanna, P.H., Durakbaşı, M.N. ve Afjedi-Sadat, A., (2004), Quality In Industry, Abteilung Austauschbau und Messtechnik TU Aum, Wien

SCRA, (2006), “STEP Application Handbook, ISO 10303 Version 3”

Smith, A.E., (1993), “Predicting Product Quality With Backpropagation: A Thermoplastic Injection Molding Case Study”, International Journal Of Advanced Manufacturing Technology, 8:252-257

Şahin, H., (2006), “Otomotiv Endüstrisinde Serbest Yüzeylerin Tasarımı ve Kalite Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Takamasu, K., Ozawa, S., Asano, T., Suzuki, A., Furutani, R. ve Ozono, S., (1996), “Basic Concepts Of Nano-CMM (Coordinate Measuring Machine With Nanometer Resolution)”, The Japan – China Bilateral Symposium On Advanced Manufacturing Engineering

TS 1845-1 EN 20286-1, (1996), “Tolerans – Sınır Ölçüleri ve Alıştırmalar İçin ISO Sistemi – Bölüm 1: Genel Kurallar – Toleranslar Sapmalar ve Alıştırmalar İçin”

TS 5414, (1987), “ Tolerans Sistemleri – Makine İmalatında Kullanılan Alıştırmalar, Tolerans Bölgeleri ve Anma Boyutları”

TS ISO 7005-1, (1998), “Flanşlar – Metalik – Bölüm1: Çelik Flanşlar”

Turası, Ö., (1995), “Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol Sistemleri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Venkatesh, S., Morihara, R., Michaloski, J. ve Proctor, F., (2007), “Closed Loop CNC Manufacturing – Connecting The CNC To The Enterprise”, ASME International Computers And Information In Engineering Conference, September 4–7, 2007, Las Vegas, USA

Villabos, L. ve Gruber, S., (1991), “Measurement Of Surface Roughness Parameter Using A Neural Network And Laser Scattering”, Industrial Metrology, 2:33-44

Wang, J. ve Kusiak, A., (2001), Computational Intelligence In Manufacturing Handbook, CRC Press, Florida

Xu, X. ve Nee, A.Y.C., (2009), Advanced Design And Manufacturing Based On STEP, Springer-Verlag, London

Zandin, K.B., (2004), Maynard’s Industrial Engineering Handbook McGraw-Hill, New York

http://

İNTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://www.asq.org>

[2] <http://www.karahanyazilim.com>

[3] <http://www.directindustry.com>

[4] <http://www.balisage.net>

[5] <http://www.cisimpex.ro>

[6] <http://www.renishaw.com>

[7] <http://www.thomasnet.com>

[8] <http://www.primetechsales.com>

[9] <http://www.metrologyworld.com>

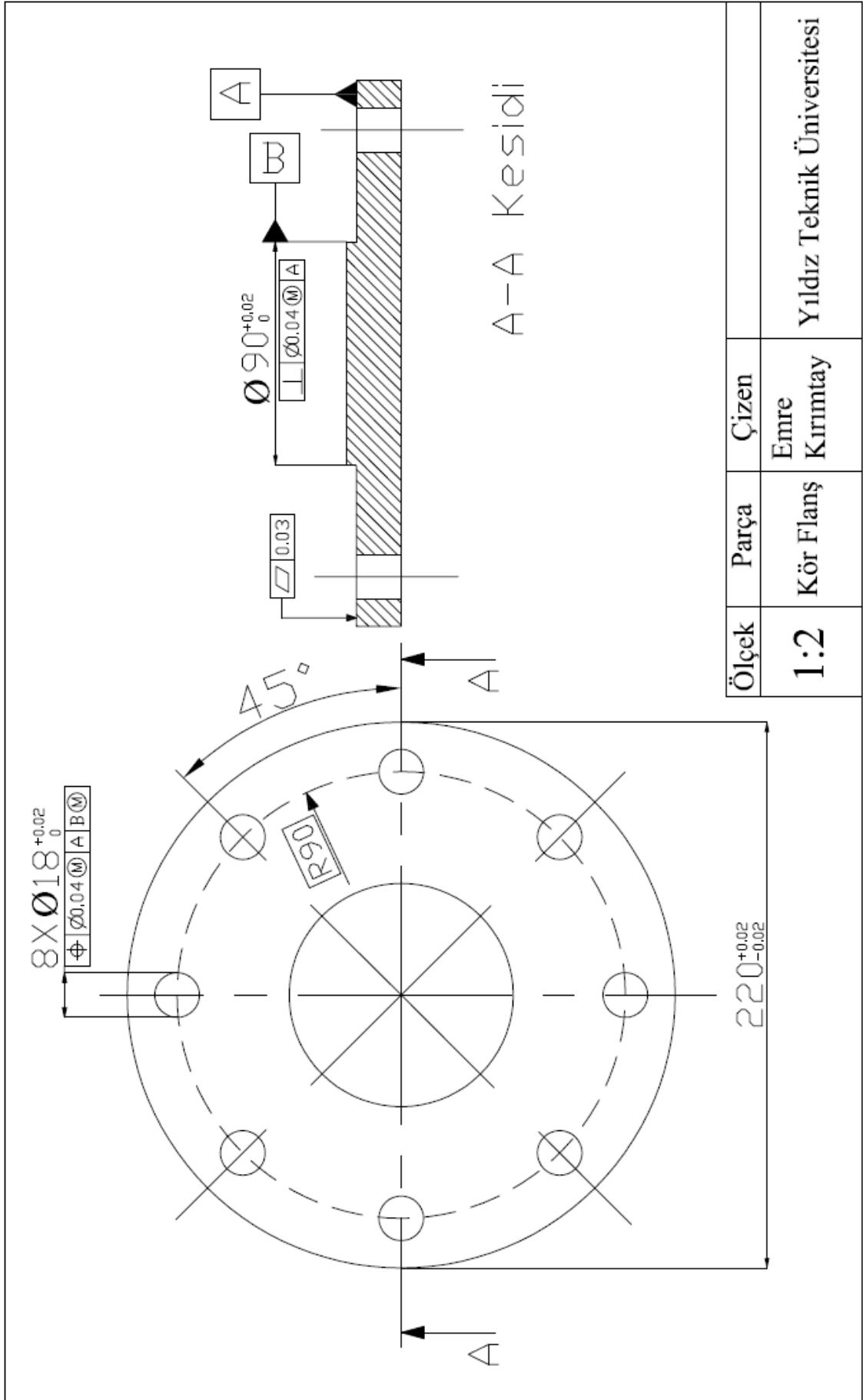
[10] <http://www.cmmmetrology.co.uk>

[11] <http://www.dezignstuff.com>

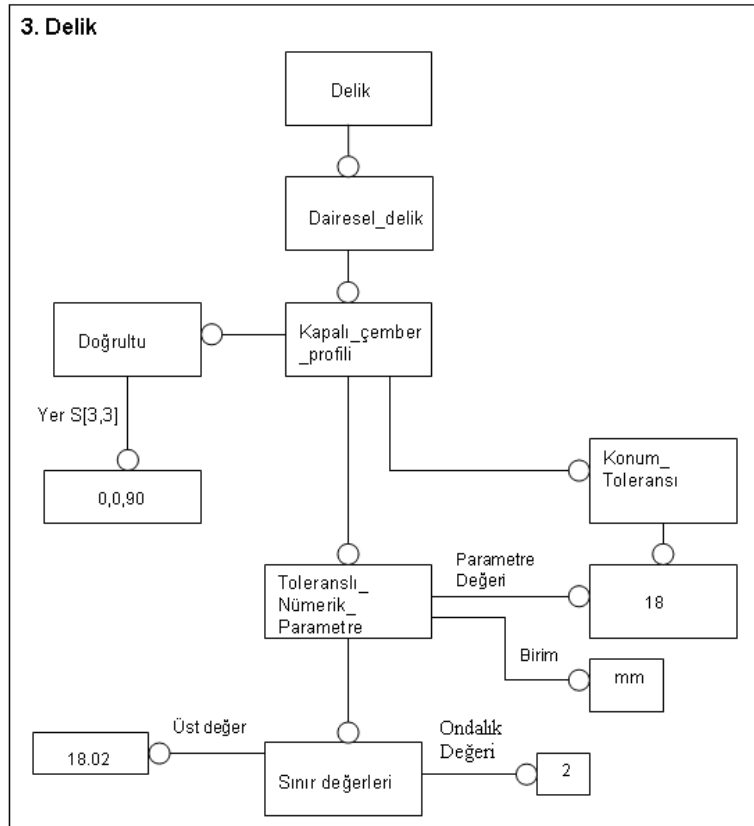
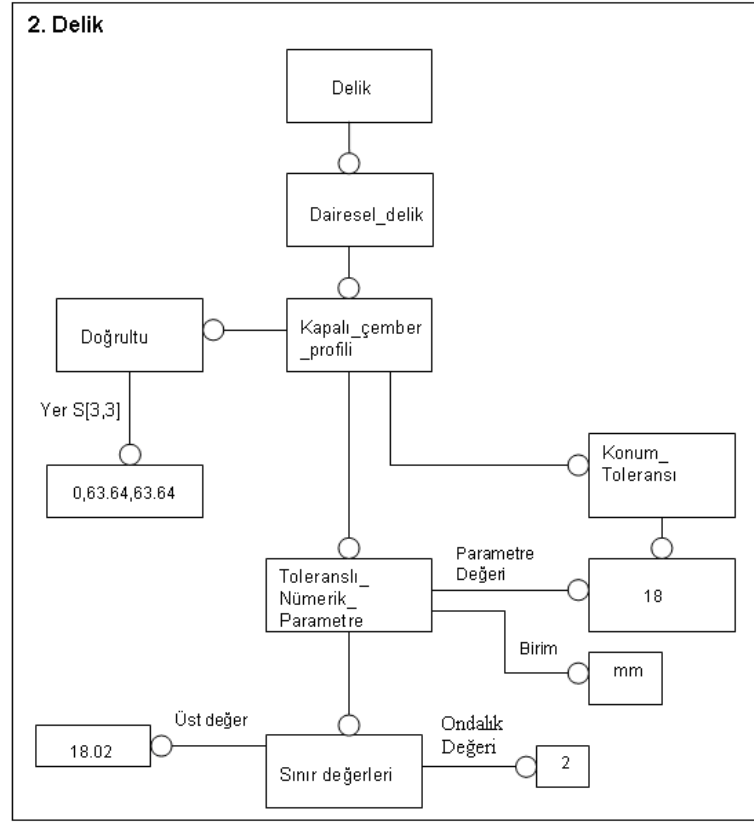
[12] <http://www.sezerinsaat.com.tr>

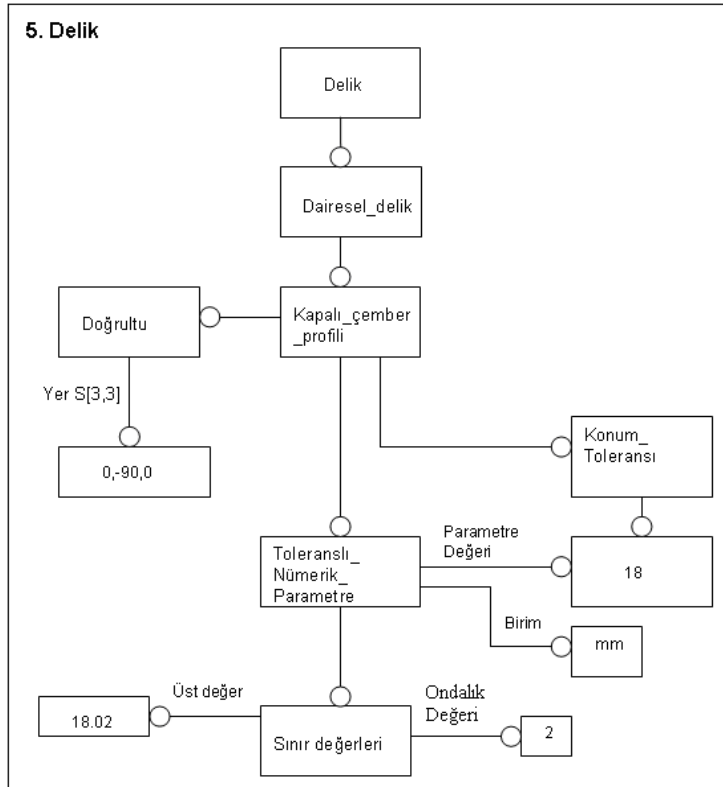
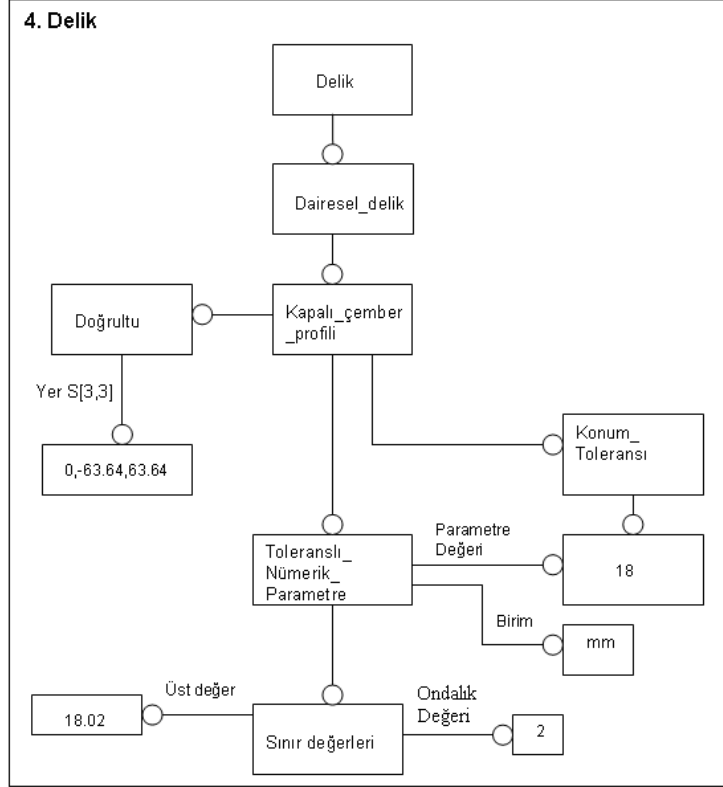
[13] <http://www.bridgeplatforms.com>

EK B Flanş tasarımında geometrik boyut ve toleransların teknik resimde 2B'lu gösterimi

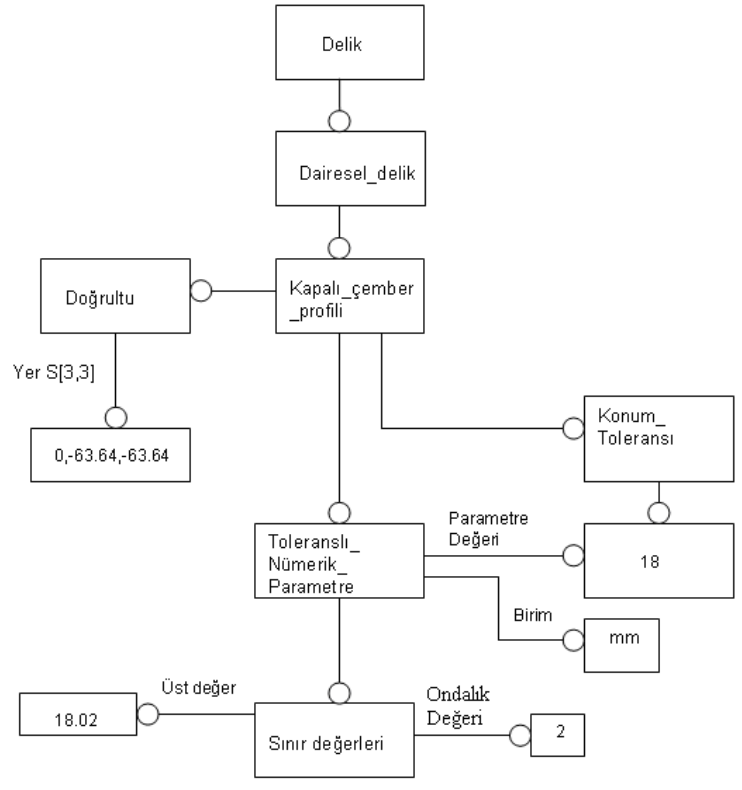


EK C Flanş deliklerinin EXPRESS-G ortamında ölçülü gösterimi

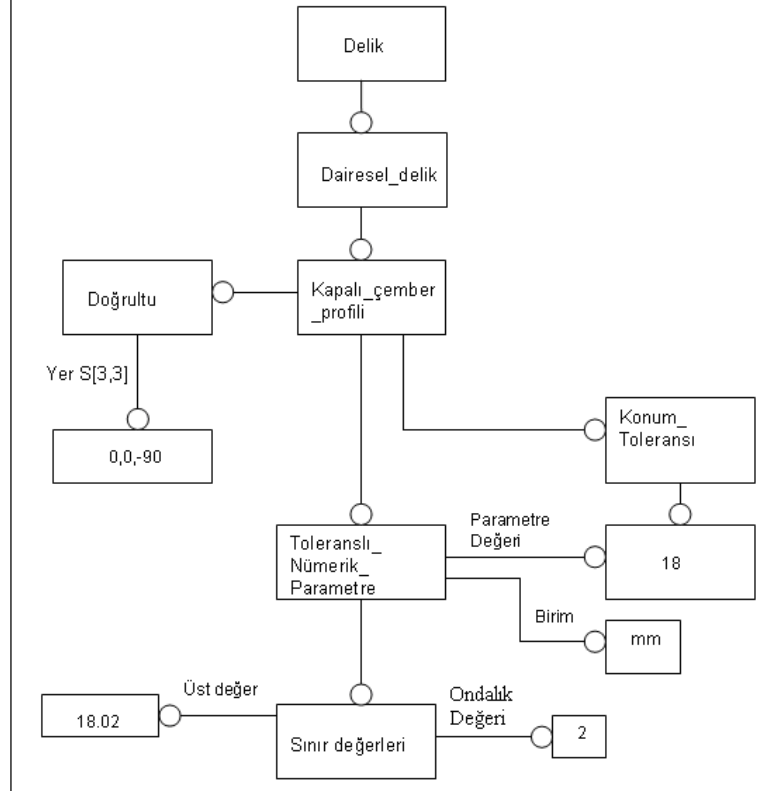




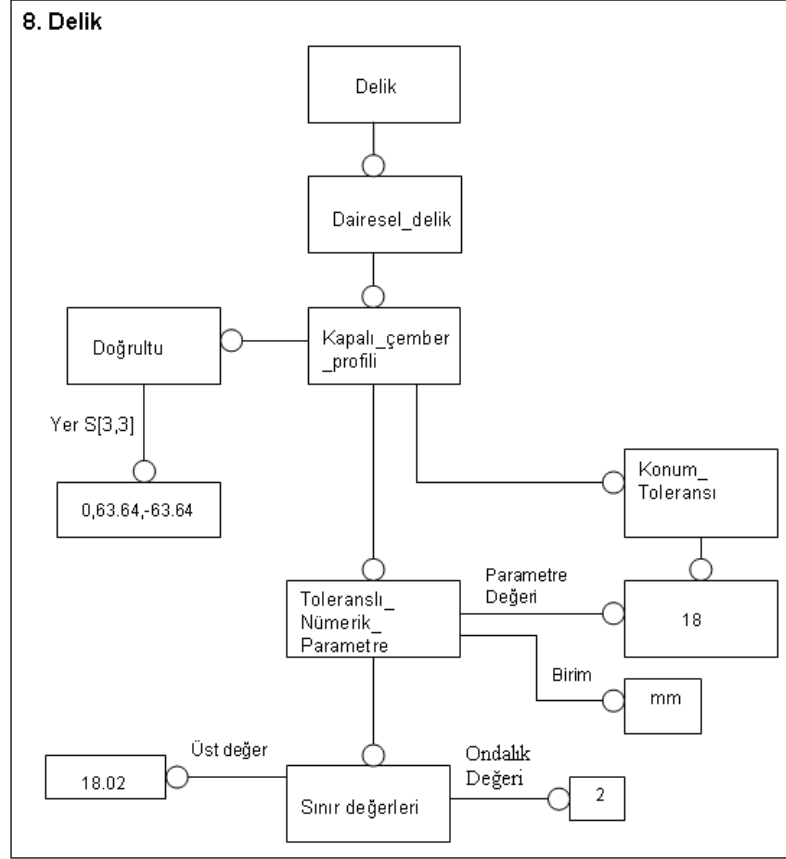
6. Delik



7. Delik



8. Delik



EK D Flanş tasarımının, EXPRESS Veri Modelleme Dili ve ISO 10303-21 ile STEP ortamına uygun dökümü

ISO-10303-21;

HEADER;

FILE_DESCRIPTION(('CATIA V5 STEP Exchange'),'2;1');

FILE_NAME('C:\Documents and

Settings\EMRE\Desktop\TEZ\TASARIM\Flans_Tasarimi.stp','2010-07-

31T15:03:05+00:00','(none)','(none)','CATIA Version 5 Release 19 GA (IN-10)','CATIA V5 STEP AP203','none');

FILE_SCHEMA(('CONFIG_CONTROL_DESIGN'));

ENDSEC;

/* file written by CATIA V5R19 */

DATA;

#5=PRODUCT('Part1','',(#2)) ;

#1=APPLICATION_CONTEXT('configuration controlled 3D design of mechanical parts and assemblies') ;

#14=PRODUCT_DEFINITION('','',#6,#3) ;

#16=SECURITY_CLASSIFICATION('','',#15) ;

#15=SECURITY_CLASSIFICATION_LEVEL('unclassified') ;

#47=CARTESIAN_POINT('',(0.,0.,0.)) ;

#52=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(20.,0.,0.)) ;

#57=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(20.,45.,0.)) ;

#61=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,45.,-1.10214571844E-014)) ;

#63=CARTESIAN_POINT('Vertex',(22.,45.,0.)) ;

#66=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,0.,0.)) ;

#70=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-45.,5.5107285922E-015)) ;

#73=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(20.,-45.,5.5107285922E-015)) ;

#77=CARTESIAN_POINT('Vertex',(22.,-45.,5.5107285922E-015)) ;

#80=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(22.,0.,0.)) ;

#92=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,0.,0.)) ;

#97=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(22.,0.,0.)) ;

#109=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(22.,0.,0.)) ;

#119=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,0.,0.)) ;

#124=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,0.,0.)) ;

#128=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,110.,0.)) ;

#130=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-110.,1.3470669892E-014)) ;

#133=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,0.,0.)) ;

#146=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-63.6396103068,63.6396103068)) ;

#150=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-57.2756492761,70.0035713375)) ;

#152=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-70.0035713375,57.2756492761)) ;

#155=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-63.6396103068,63.6396103068)) ;

#164=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,0.,90.)) ;

#168=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,9.,90.)) ;

#170=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-9.,90.)) ;

#173=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,0.,90.)) ;

```

#182=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-90.,-8.69994411904E-015)) ;
#186=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-90.,9.)) ;
#188=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-90.,-9.)) ;
#191=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-90.,-8.69994411904E-015)) ;
#200=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-1.10218211923E-014,-90.)) ;
#204=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-9.,-90.)) ;
#206=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,9.,-90.)) ;
#209=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-1.10218211923E-014,-90.)) ;
#218=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,90.,-1.65327317885E-014)) ;
#222=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,90.,-9.)) ;
#224=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,90.,9.)) ;
#227=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,90.,-1.65327317885E-014)) ;
#236=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-63.6396103068,-63.6396103068)) ;
#240=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-70.0035713375,-57.2756492761)) ;
#242=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,-57.2756492761,-70.0035713375)) ;
#245=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,-63.6396103068,-63.6396103068)) ;
#254=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,63.6396103068,-63.6396103068)) ;
#258=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,57.2756492761,-70.0035713375)) ;
#260=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,70.0035713375,-57.2756492761)) ;
#263=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,63.6396103068,-63.6396103068)) ;
#272=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,63.6396103068,63.6396103068)) ;
#276=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,70.0035713375,57.2756492761)) ;
#278=CARTESIAN_POINT('Vertex',(18.,57.2756492761,70.0035713375)) ;
#281=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(18.,63.6396103068,63.6396103068)) ;
#291=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D
Location',(8.33999999971,63.6396103068,63.6396103068)) ;
#296=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0.,63.6396103068,63.6396103068)) ;
#300=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0.,57.2756492761,70.0035713375)) ;
#302=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0.,70.0035713375,57.2756492761)) ;
#305=CARTESIAN_POINT('Line
Origine',(8.33999999971,57.2756492761,70.0035713375)) ;
#310=CARTESIAN_POINT('Line
Origine',(8.33999999971,70.0035713375,57.2756492761)) ;
#322=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0.,63.6396103068,63.6396103068)) ;
#334=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(8.33999999971,63.6396103068,-
63.6396103068)) ;
#339=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0.,63.6396103068,-63.6396103068)) ;
#343=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0.,70.0035713375,-57.2756492761)) ;
#345=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0.,57.2756492761,-70.0035713375)) ;
#348=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,70.0035713375,-
57.2756492761)) ;
#353=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,57.2756492761,-
70.0035713375)) ;
#365=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0.,63.6396103068,-63.6396103068)) ;
#377=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(8.33999999971,-63.6396103068,-
63.6396103068)) ;
#382=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0.,-63.6396103068,-63.6396103068)) ;
#386=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0.,-57.2756492761,-70.0035713375)) ;
#388=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0.,-70.0035713375,-57.2756492761)) ;
#391=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,-57.2756492761,-
70.0035713375)) ;

```

```

#396=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,-70.0035713375,-
57.2756492761));
#408=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-63.6396103068,-63.6396103068));
#420=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(8.33999999971,-
63.6396103068,63.6396103068));
#425=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-63.6396103068,63.6396103068));
#429=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,-70.0035713375,57.2756492761));
#431=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,-57.2756492761,70.0035713375));
#434=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,-
70.0035713375,57.2756492761));
#439=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,-
57.2756492761,70.0035713375));
#451=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-63.6396103068,63.6396103068));
#463=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,0,0));
#468=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,0,0));
#472=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,-110.,1.3470669892E-014));
#474=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,110.,0));
#477=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,0,0));
#490=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-8.881784197E-016,90.));
#494=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,-9.,90.));
#496=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,9.,90.));
#499=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-8.881784197E-016,90.));
#508=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-90.,-9.58812253874E-015));
#512=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,-90.,9.));
#514=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,-90.,-9.));
#517=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-90.,-9.58812253874E-015));
#526=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-1.01336427726E-014,-90.));
#530=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,-9.,-90.));
#532=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,9.,-90.));
#535=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,-1.01336427726E-014,-90.));
#544=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,90.,-1.56445533688E-014));
#548=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,90.,-9.));
#550=CARTESIAN_POINT('Vertex',(0,90.,9.));
#553=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(0,90.,-1.56445533688E-014));
#575=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(8.33999999971,-90.,-8.69994411904E-
015));
#580=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,-90.,-9.));
#585=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,-90.,9.));
#604=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(8.33999999971,-1.10218211923E-014,-
90.));
#609=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,9.,-90.));
#614=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,-9.,-90.));
#633=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(8.33999999971,90.,-1.65327317885E-
014));
#638=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,90.,9.));
#643=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,90.,-9.));
#662=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(9.,0,0));
#667=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(9.,-110.,1.3470669892E-014));
#672=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(9.,110.,-2.69413397841E-014));
#691=CARTESIAN_POINT('Axis2P3D Location',(8.33999999971,0.,90.));
#696=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.33999999971,9.,90.));

```

```

#701=CARTESIAN_POINT('Line Origine',(8.339999999971,-9.,90.)) ;
#53=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#54=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,1.,0.)) ;
#58=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#67=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#74=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#81=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#93=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#98=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#110=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#111=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,1.,0.)) ;
#120=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#121=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,1.,0.)) ;
#125=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#134=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#147=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#156=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#165=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#174=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#183=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#192=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#201=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#210=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#219=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#228=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#237=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#246=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#255=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#264=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#273=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#282=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#292=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,-0.,0.)) ;
#293=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,0.707106781187,-0.707106781187)) ;
#297=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,-0.,0.)) ;
#306=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#311=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#323=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,-0.,0.)) ;
#335=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#336=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,-0.707106781187,-0.707106781187)) ;
#340=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#349=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#354=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#366=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#378=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#379=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,-0.707106781187,0.707106781187)) ;
#383=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#392=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#397=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#409=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#421=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,-0.)) ;
#422=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,0.707106781187,0.707106781187)) ;

```

```

#426=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,-0.)) ;
#435=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#440=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#452=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,-0.)) ;
#464=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#465=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,1.,0.)) ;
#469=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#478=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#491=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#500=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#509=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#518=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#527=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#536=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#545=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#554=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#576=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,-0.)) ;
#577=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,6.12323399574E-017,1.)) ;
#581=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#586=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#605=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#606=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,-1.,1.22464679915E-016)) ;
#610=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#615=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#634=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#635=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,-1.83697019872E-016,-1.)) ;
#639=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#644=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#663=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#664=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,1.,0.)) ;
#668=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#673=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#692=DIRECTION('Axis2P3D Direction',(1.,0.,0.)) ;
#693=DIRECTION('Axis2P3D XDirection',(0.,1.,0.)) ;
#697=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#702=DIRECTION('Vector Direction',(1.,0.,0.)) ;
#48=AXIS2_PLACEMENT_3D(' ',#47,$,$) ;
#55=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#52,#53,#54) ;
#68=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#66,#67,$) ;
#82=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#80,#81,$) ;
#94=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#92,#93,$) ;
#99=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#97,#98,$) ;
#112=AXIS2_PLACEMENT_3D('Plane Axis2P3D',#109,#110,#111) ;
#122=AXIS2_PLACEMENT_3D('Plane Axis2P3D',#119,#120,#121) ;
#126=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#124,#125,$) ;
#135=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#133,#134,$) ;
#148=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#146,#147,$) ;
#157=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#155,#156,$) ;
#166=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#164,#165,$) ;
#175=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#173,#174,$) ;
#184=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#182,#183,$) ;

```

```

#193=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#191,#192,$) ;
#202=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#200,#201,$) ;
#211=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#209,#210,$) ;
#220=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#218,#219,$) ;
#229=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#227,#228,$) ;
#238=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#236,#237,$) ;
#247=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#245,#246,$) ;
#256=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#254,#255,$) ;
#265=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#263,#264,$) ;
#274=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#272,#273,$) ;
#283=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#281,#282,$) ;
#294=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#291,#292,#293) ;
#298=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#296,#297,$) ;
#324=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#322,#323,$) ;
#337=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#334,#335,#336) ;
#341=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#339,#340,$) ;
#367=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#365,#366,$) ;
#380=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#377,#378,#379) ;
#384=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#382,#383,$) ;
#410=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#408,#409,$) ;
#423=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#420,#421,#422) ;
#427=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#425,#426,$) ;
#453=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#451,#452,$) ;
#466=AXIS2_PLACEMENT_3D('Plane Axis2P3D',#463,#464,#465) ;
#470=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#468,#469,$) ;
#479=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#477,#478,$) ;
#492=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#490,#491,$) ;
#501=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#499,#500,$) ;
#510=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#508,#509,$) ;
#519=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#517,#518,$) ;
#528=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#526,#527,$) ;
#537=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#535,#536,$) ;
#546=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#544,#545,$) ;
#555=AXIS2_PLACEMENT_3D('Circle Axis2P3D',#553,#554,$) ;
#578=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#575,#576,#577) ;
#607=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#604,#605,#606) ;
#636=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#633,#634,#635) ;
#665=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#662,#663,#664) ;
#694=AXIS2_PLACEMENT_3D('Cylinder Axis2P3D',#691,#692,#693) ;
#40=PRODUCT_DEFINITION_SHAPE(' ',#14) ;
#31=APPROVAL_PERSON_ORGANIZATION(#25,#21,#19) ;
#25=PERSON_AND_ORGANIZATION(#22,#23) ;
#22=PERSON(' ','','$,$,$) ;
#23=ORGANIZATION(' ','') ;
#21=APPROVAL(#20,'') ;
#20=APPROVAL_STATUS('not_yet_approved') ;
#19=APPROVAL_ROLE('APPROVER') ;
#13=DATE_AND_TIME(#11,#12) ;
#12=LOCAL_TIME(18,3,4.,#10) ;
#10=COORDINATED_UNIVERSAL_TIME_OFFSET(0,0.,AHEAD.) ;
#86=ORIENTED_EDGE("*,*,#65,.F.) ;

```

```
#87=ORIENTED_EDGE("*,*,#72,.T.);
#88=ORIENTED_EDGE("*,*,#79,.T.);
#89=ORIENTED_EDGE("*,*,#84,.F.);
#103=ORIENTED_EDGE("*,*,#79,.F.);
#104=ORIENTED_EDGE("*,*,#96,.T.);
#105=ORIENTED_EDGE("*,*,#65,.T.);
#106=ORIENTED_EDGE("*,*,#101,.F.);
#115=ORIENTED_EDGE("*,*,#84,.T.);
#116=ORIENTED_EDGE("*,*,#101,.T.);
#139=ORIENTED_EDGE("*,*,#132,.T.);
#140=ORIENTED_EDGE("*,*,#137,.T.);
#143=ORIENTED_EDGE("*,*,#72,.F.);
#144=ORIENTED_EDGE("*,*,#96,.F.);
#161=ORIENTED_EDGE("*,*,#154,.F.);
#162=ORIENTED_EDGE("*,*,#159,.F.);
#179=ORIENTED_EDGE("*,*,#172,.F.);
#180=ORIENTED_EDGE("*,*,#177,.F.);
#197=ORIENTED_EDGE("*,*,#190,.F.);
#198=ORIENTED_EDGE("*,*,#195,.F.);
#215=ORIENTED_EDGE("*,*,#208,.F.);
#216=ORIENTED_EDGE("*,*,#213,.F.);
#233=ORIENTED_EDGE("*,*,#226,.F.);
#234=ORIENTED_EDGE("*,*,#231,.F.);
#251=ORIENTED_EDGE("*,*,#244,.F.);
#252=ORIENTED_EDGE("*,*,#249,.F.);
#269=ORIENTED_EDGE("*,*,#262,.F.);
#270=ORIENTED_EDGE("*,*,#267,.F.);
#287=ORIENTED_EDGE("*,*,#280,.F.);
#288=ORIENTED_EDGE("*,*,#285,.F.);
#316=ORIENTED_EDGE("*,*,#304,.F.);
#317=ORIENTED_EDGE("*,*,#309,.F.);
#318=ORIENTED_EDGE("*,*,#285,.T.);
#319=ORIENTED_EDGE("*,*,#314,.T.);
#328=ORIENTED_EDGE("*,*,#326,.F.);
#329=ORIENTED_EDGE("*,*,#314,.F.);
#330=ORIENTED_EDGE("*,*,#280,.T.);
#331=ORIENTED_EDGE("*,*,#309,.T.);
#359=ORIENTED_EDGE("*,*,#347,.F.);
#360=ORIENTED_EDGE("*,*,#352,.F.);
#361=ORIENTED_EDGE("*,*,#267,.T.);
#362=ORIENTED_EDGE("*,*,#357,.T.);
#371=ORIENTED_EDGE("*,*,#369,.F.);
#372=ORIENTED_EDGE("*,*,#357,.F.);
#373=ORIENTED_EDGE("*,*,#262,.T.);
#374=ORIENTED_EDGE("*,*,#352,.T.);
#402=ORIENTED_EDGE("*,*,#390,.F.);
#403=ORIENTED_EDGE("*,*,#395,.F.);
#404=ORIENTED_EDGE("*,*,#249,.T.);
#405=ORIENTED_EDGE("*,*,#400,.T.);
#414=ORIENTED_EDGE("*,*,#412,.F.);
#415=ORIENTED_EDGE("*,*,#400,.F.);
```

```
#416=ORIENTED_EDGE("*,*,#244,.T.);
#417=ORIENTED_EDGE("*,*,#395,.T.);
#445=ORIENTED_EDGE("*,*,#433,.F.);
#446=ORIENTED_EDGE("*,*,#438,.F.);
#447=ORIENTED_EDGE("*,*,#159,.T.);
#448=ORIENTED_EDGE("*,*,#443,.T.);
#457=ORIENTED_EDGE("*,*,#455,.F.);
#458=ORIENTED_EDGE("*,*,#443,.F.);
#459=ORIENTED_EDGE("*,*,#154,.T.);
#460=ORIENTED_EDGE("*,*,#438,.T.);
#483=ORIENTED_EDGE("*,*,#476,.F.);
#484=ORIENTED_EDGE("*,*,#481,.F.);
#487=ORIENTED_EDGE("*,*,#455,.T.);
#488=ORIENTED_EDGE("*,*,#433,.T.);
#505=ORIENTED_EDGE("*,*,#498,.T.);
#506=ORIENTED_EDGE("*,*,#503,.T.);
#523=ORIENTED_EDGE("*,*,#516,.T.);
#524=ORIENTED_EDGE("*,*,#521,.T.);
#541=ORIENTED_EDGE("*,*,#534,.T.);
#542=ORIENTED_EDGE("*,*,#539,.T.);
#559=ORIENTED_EDGE("*,*,#552,.T.);
#560=ORIENTED_EDGE("*,*,#557,.T.);
#563=ORIENTED_EDGE("*,*,#412,.T.);
#564=ORIENTED_EDGE("*,*,#390,.T.);
#567=ORIENTED_EDGE("*,*,#369,.T.);
#568=ORIENTED_EDGE("*,*,#347,.T.);
#571=ORIENTED_EDGE("*,*,#326,.T.);
#572=ORIENTED_EDGE("*,*,#304,.T.);
#591=ORIENTED_EDGE("*,*,#521,.F.);
#592=ORIENTED_EDGE("*,*,#584,.F.);
#593=ORIENTED_EDGE("*,*,#195,.T.);
#594=ORIENTED_EDGE("*,*,#589,.T.);
#598=ORIENTED_EDGE("*,*,#516,.F.);
#599=ORIENTED_EDGE("*,*,#589,.F.);
#600=ORIENTED_EDGE("*,*,#190,.T.);
#601=ORIENTED_EDGE("*,*,#584,.T.);
#620=ORIENTED_EDGE("*,*,#539,.F.);
#621=ORIENTED_EDGE("*,*,#613,.F.);
#622=ORIENTED_EDGE("*,*,#213,.T.);
#623=ORIENTED_EDGE("*,*,#618,.T.);
#627=ORIENTED_EDGE("*,*,#534,.F.);
#628=ORIENTED_EDGE("*,*,#618,.F.);
#629=ORIENTED_EDGE("*,*,#208,.T.);
#630=ORIENTED_EDGE("*,*,#613,.T.);
#649=ORIENTED_EDGE("*,*,#557,.F.);
#650=ORIENTED_EDGE("*,*,#642,.F.);
#651=ORIENTED_EDGE("*,*,#231,.T.);
#652=ORIENTED_EDGE("*,*,#647,.T.);
#656=ORIENTED_EDGE("*,*,#552,.F.);
#657=ORIENTED_EDGE("*,*,#647,.F.);
#658=ORIENTED_EDGE("*,*,#226,.T.);
```

```

#659=ORIENTED_EDGE(",*,*,#642,.T.);
#678=ORIENTED_EDGE(",*,*,#671,.F.);
#679=ORIENTED_EDGE(",*,*,#476,.T.);
#680=ORIENTED_EDGE(",*,*,#676,.T.);
#681=ORIENTED_EDGE(",*,*,#137,.F.);
#685=ORIENTED_EDGE(",*,*,#676,.F.);
#686=ORIENTED_EDGE(",*,*,#481,.T.);
#687=ORIENTED_EDGE(",*,*,#671,.T.);
#688=ORIENTED_EDGE(",*,*,#132,.F.);
#707=ORIENTED_EDGE(",*,*,#503,.F.);
#708=ORIENTED_EDGE(",*,*,#700,.F.);
#709=ORIENTED_EDGE(",*,*,#172,.T.);
#710=ORIENTED_EDGE(",*,*,#705,.T.);
#714=ORIENTED_EDGE(",*,*,#498,.F.);
#715=ORIENTED_EDGE(",*,*,#705,.F.);
#716=ORIENTED_EDGE(",*,*,#177,.T.);
#717=ORIENTED_EDGE(",*,*,#700,.T.);
#145=FACE_BOUND(",#142,.T.);
#163=FACE_BOUND(",#160,.T.);
#181=FACE_BOUND(",#178,.T.);
#199=FACE_BOUND(",#196,.T.);
#217=FACE_BOUND(",#214,.T.);
#235=FACE_BOUND(",#232,.T.);
#253=FACE_BOUND(",#250,.T.);
#271=FACE_BOUND(",#268,.T.);
#289=FACE_BOUND(",#286,.T.);
#489=FACE_BOUND(",#486,.T.);
#507=FACE_BOUND(",#504,.T.);
#525=FACE_BOUND(",#522,.T.);
#543=FACE_BOUND(",#540,.T.);
#561=FACE_BOUND(",#558,.T.);
#565=FACE_BOUND(",#562,.T.);
#569=FACE_BOUND(",#566,.T.);
#573=FACE_BOUND(",#570,.T.);
#51=CLOSED_SHELL('Closed
Shell',(#91,#108,#118,#290,#321,#333,#364,#376,#407,#419,#450,#462,#574,#596,#603,#62
5,#632,#654,#661,#683,#690,#712,#719));
#59=VECTOR('Line Direction',#58,1.);
#75=VECTOR('Line Direction',#74,1.);
#307=VECTOR('Line Direction',#306,1.);
#312=VECTOR('Line Direction',#311,1.);
#350=VECTOR('Line Direction',#349,1.);
#355=VECTOR('Line Direction',#354,1.);
#393=VECTOR('Line Direction',#392,1.);
#398=VECTOR('Line Direction',#397,1.);
#436=VECTOR('Line Direction',#435,1.);
#441=VECTOR('Line Direction',#440,1.);
#582=VECTOR('Line Direction',#581,1.);
#587=VECTOR('Line Direction',#586,1.);
#611=VECTOR('Line Direction',#610,1.);
#616=VECTOR('Line Direction',#615,1.);

```

```

#640=VECTOR('Line Direction',#639,1.) ;
#645=VECTOR('Line Direction',#644,1.) ;
#669=VECTOR('Line Direction',#668,1.) ;
#674=VECTOR('Line Direction',#673,1.) ;
#698=VECTOR('Line Direction',#697,1.) ;
#703=VECTOR('Line Direction',#702,1.) ;
#721=ADVANCED_BREP_SHAPE_REPRESENTATION('NONE',(#720),#46) ;
#49=SHAPE_REPRESENTATION(' ',(#48),#46) ;
#91=ADVANCED_FACE('PartBody',(#90),#56,.T.) ;
#108=ADVANCED_FACE('PartBody',(#107),#56,.T.) ;
#118=ADVANCED_FACE('PartBody',(#117),#113,.T.) ;
#290=ADVANCED_FACE('PartBody',(#141,#145,#163,#181,#199,#217,#235,#253,#271,#289),#123,.T.) ;
#321=ADVANCED_FACE('PartBody',(#320),#295,.F.) ;
#333=ADVANCED_FACE('PartBody',(#332),#295,.F.) ;
#364=ADVANCED_FACE('PartBody',(#363),#338,.F.) ;
#376=ADVANCED_FACE('PartBody',(#375),#338,.F.) ;
#407=ADVANCED_FACE('PartBody',(#406),#381,.F.) ;
#419=ADVANCED_FACE('PartBody',(#418),#381,.F.) ;
#450=ADVANCED_FACE('PartBody',(#449),#424,.F.) ;
#462=ADVANCED_FACE('PartBody',(#461),#424,.F.) ;
#574=ADVANCED_FACE('PartBody',(#485,#489,#507,#525,#543,#561,#565,#569,#573),#467,.F.) ;
#596=ADVANCED_FACE('PartBody',(#595),#579,.F.) ;
#603=ADVANCED_FACE('PartBody',(#602),#579,.F.) ;
#625=ADVANCED_FACE('PartBody',(#624),#608,.F.) ;
#632=ADVANCED_FACE('PartBody',(#631),#608,.F.) ;
#654=ADVANCED_FACE('PartBody',(#653),#637,.F.) ;
#661=ADVANCED_FACE('PartBody',(#660),#637,.F.) ;
#683=ADVANCED_FACE('PartBody',(#682),#666,.T.) ;
#690=ADVANCED_FACE('PartBody',(#689),#666,.T.) ;
#712=ADVANCED_FACE('PartBody',(#711),#695,.F.) ;
#719=ADVANCED_FACE('PartBody',(#718),#695,.F.) ;
#4=APPLICATION_PROTOCOL_DEFINITION('international standard','config_control_design',1994,#1) ;
#32=APPROVAL_DATE_TIME(#13,#21) ;
#720=MANIFOLD_SOLID_BREP('PartBody',#51) ;
#11=CALENDAR_DATE(2010,29,8) ;
#30=CC_DESIGN_APPROVAL(#21,(#16,#6,#14)) ;
#18=CC_DESIGN_DATE_AND_TIME_ASSIGNMENT(#13,#17,(#16)) ;
#29=CC_DESIGN_DATE_AND_TIME_ASSIGNMENT(#13,#28,(#14)) ;
#17=DATE_TIME_ROLE('classification_date') ;
#28=DATE_TIME_ROLE('creation_date') ;
#27=CC_DESIGN_PERSON_AND_ORGANIZATION_ASSIGNMENT(#25,#26,(#16)) ;
#33=CC_DESIGN_PERSON_AND_ORGANIZATION_ASSIGNMENT(#25,#34,(#6)) ;
#35=CC_DESIGN_PERSON_AND_ORGANIZATION_ASSIGNMENT(#25,#36,(#6,#14)) ;
#37=CC_DESIGN_PERSON_AND_ORGANIZATION_ASSIGNMENT(#25,#38,(#5)) ;
#26=PERSON_AND_ORGANIZATION_ROLE('classification_officer') ;
#34=PERSON_AND_ORGANIZATION_ROLE('design_supplier') ;
#36=PERSON_AND_ORGANIZATION_ROLE('creator') ;
#38=PERSON_AND_ORGANIZATION_ROLE('design_owner') ;

```

#39=CC_DESIGN_SECURITY_CLASSIFICATION(#16,(#6));
#69=CIRCLE('generated circle',#68,45.);
#83=CIRCLE('generated circle',#82,45.);
#95=CIRCLE('generated circle',#94,45.);
#100=CIRCLE('generated circle',#99,45.);
#127=CIRCLE('generated circle',#126,110.);
#136=CIRCLE('generated circle',#135,110.);
#149=CIRCLE('generated circle',#148,9.);
#158=CIRCLE('generated circle',#157,9.);
#167=CIRCLE('generated circle',#166,9.);
#176=CIRCLE('generated circle',#175,9.);
#185=CIRCLE('generated circle',#184,9.);
#194=CIRCLE('generated circle',#193,9.);
#203=CIRCLE('generated circle',#202,9.);
#212=CIRCLE('generated circle',#211,9.);
#221=CIRCLE('generated circle',#220,9.);
#230=CIRCLE('generated circle',#229,9.);
#239=CIRCLE('generated circle',#238,9.);
#248=CIRCLE('generated circle',#247,9.);
#257=CIRCLE('generated circle',#256,9.);
#266=CIRCLE('generated circle',#265,9.);
#275=CIRCLE('generated circle',#274,9.);
#284=CIRCLE('generated circle',#283,9.);
#299=CIRCLE('generated circle',#298,9.);
#325=CIRCLE('generated circle',#324,9.);
#342=CIRCLE('generated circle',#341,9.);
#368=CIRCLE('generated circle',#367,9.);
#385=CIRCLE('generated circle',#384,9.);
#411=CIRCLE('generated circle',#410,9.);
#428=CIRCLE('generated circle',#427,9.);
#454=CIRCLE('generated circle',#453,9.);
#471=CIRCLE('generated circle',#470,110.);
#480=CIRCLE('generated circle',#479,110.);
#493=CIRCLE('generated circle',#492,9.);
#502=CIRCLE('generated circle',#501,9.);
#511=CIRCLE('generated circle',#510,9.);
#520=CIRCLE('generated circle',#519,9.);
#529=CIRCLE('generated circle',#528,9.);
#538=CIRCLE('generated circle',#537,9.);
#547=CIRCLE('generated circle',#546,9.);
#556=CIRCLE('generated circle',#555,9.);
#722=SHAPE_REPRESENTATION_RELATIONSHIP(' ',#49,#721);
#56=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#55,45.);
#295=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#294,9.);
#338=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#337,9.);
#381=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#380,9.);
#424=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#423,9.);
#579=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#578,9.);
#608=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#607,9.);
#637=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#636,9.);
#666=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#665,110.);

```
#695=CYLINDRICAL_SURFACE('generated cylinder',#694,9.);
#3=DESIGN_CONTEXT(' ',#1,'design');
#65=EDGE_CURVE("#62,#64,#60,.T.");
#72=EDGE_CURVE("#62,#71,#69,.T.");
#79=EDGE_CURVE("#71,#78,#76,.T.");
#84=EDGE_CURVE("#64,#78,#83,.T.");
#96=EDGE_CURVE("#71,#62,#95,.T.");
#101=EDGE_CURVE("#78,#64,#100,.T.");
#132=EDGE_CURVE("#129,#131,#127,.T.");
#137=EDGE_CURVE("#131,#129,#136,.T.");
#154=EDGE_CURVE("#151,#153,#149,.T.");
#159=EDGE_CURVE("#153,#151,#158,.T.");
#172=EDGE_CURVE("#169,#171,#167,.T.");
#177=EDGE_CURVE("#171,#169,#176,.T.");
#190=EDGE_CURVE("#187,#189,#185,.T.");
#195=EDGE_CURVE("#189,#187,#194,.T.");
#208=EDGE_CURVE("#205,#207,#203,.T.");
#213=EDGE_CURVE("#207,#205,#212,.T.");
#226=EDGE_CURVE("#223,#225,#221,.T.");
#231=EDGE_CURVE("#225,#223,#230,.T.");
#244=EDGE_CURVE("#241,#243,#239,.T.");
#249=EDGE_CURVE("#243,#241,#248,.T.");
#262=EDGE_CURVE("#259,#261,#257,.T.");
#267=EDGE_CURVE("#261,#259,#266,.T.");
#280=EDGE_CURVE("#277,#279,#275,.T.");
#285=EDGE_CURVE("#279,#277,#284,.T.");
#304=EDGE_CURVE("#301,#303,#299,.T.");
#309=EDGE_CURVE("#279,#301,#308,.F.");
#314=EDGE_CURVE("#277,#303,#313,.F.");
#326=EDGE_CURVE("#303,#301,#325,.T.");
#347=EDGE_CURVE("#344,#346,#342,.T.");
#352=EDGE_CURVE("#261,#344,#351,.F.");
#357=EDGE_CURVE("#259,#346,#356,.F.");
#369=EDGE_CURVE("#346,#344,#368,.T.");
#390=EDGE_CURVE("#387,#389,#385,.T.");
#395=EDGE_CURVE("#243,#387,#394,.F.");
#400=EDGE_CURVE("#241,#389,#399,.F.");
#412=EDGE_CURVE("#389,#387,#411,.T.");
#433=EDGE_CURVE("#430,#432,#428,.T.");
#438=EDGE_CURVE("#153,#430,#437,.F.");
#443=EDGE_CURVE("#151,#432,#442,.F.");
#455=EDGE_CURVE("#432,#430,#454,.T.");
#476=EDGE_CURVE("#473,#475,#471,.T.");
#481=EDGE_CURVE("#475,#473,#480,.T.");
#498=EDGE_CURVE("#495,#497,#493,.T.");
#503=EDGE_CURVE("#497,#495,#502,.T.");
#516=EDGE_CURVE("#513,#515,#511,.T.");
#521=EDGE_CURVE("#515,#513,#520,.T.");
#534=EDGE_CURVE("#531,#533,#529,.T.");
#539=EDGE_CURVE("#533,#531,#538,.T.");
#552=EDGE_CURVE("#549,#551,#547,.T.);
```

```
#557=EDGE_CURVE("#551,#549,#556,.T.) ;
#584=EDGE_CURVE("#189,#515,#583,.F.) ;
#589=EDGE_CURVE("#187,#513,#588,.F.) ;
#613=EDGE_CURVE("#207,#533,#612,.F.) ;
#618=EDGE_CURVE("#205,#531,#617,.F.) ;
#642=EDGE_CURVE("#225,#551,#641,.F.) ;
#647=EDGE_CURVE("#223,#549,#646,.F.) ;
#671=EDGE_CURVE("#473,#131,#670,.T.) ;
#676=EDGE_CURVE("#475,#129,#675,.T.) ;
#700=EDGE_CURVE("#169,#497,#699,.F.) ;
#705=EDGE_CURVE("#171,#495,#704,.F.) ;
#85=EDGE_LOOP("#86,#87,#88,#89) ;
#102=EDGE_LOOP("#103,#104,#105,#106) ;
#114=EDGE_LOOP("#115,#116) ;
#138=EDGE_LOOP("#139,#140) ;
#142=EDGE_LOOP("#143,#144) ;
#160=EDGE_LOOP("#161,#162) ;
#178=EDGE_LOOP("#179,#180) ;
#196=EDGE_LOOP("#197,#198) ;
#214=EDGE_LOOP("#215,#216) ;
#232=EDGE_LOOP("#233,#234) ;
#250=EDGE_LOOP("#251,#252) ;
#268=EDGE_LOOP("#269,#270) ;
#286=EDGE_LOOP("#287,#288) ;
#315=EDGE_LOOP("#316,#317,#318,#319) ;
#327=EDGE_LOOP("#328,#329,#330,#331) ;
#358=EDGE_LOOP("#359,#360,#361,#362) ;
#370=EDGE_LOOP("#371,#372,#373,#374) ;
#401=EDGE_LOOP("#402,#403,#404,#405) ;
#413=EDGE_LOOP("#414,#415,#416,#417) ;
#444=EDGE_LOOP("#445,#446,#447,#448) ;
#456=EDGE_LOOP("#457,#458,#459,#460) ;
#482=EDGE_LOOP("#483,#484) ;
#486=EDGE_LOOP("#487,#488) ;
#504=EDGE_LOOP("#505,#506) ;
#522=EDGE_LOOP("#523,#524) ;
#540=EDGE_LOOP("#541,#542) ;
#558=EDGE_LOOP("#559,#560) ;
#562=EDGE_LOOP("#563,#564) ;
#566=EDGE_LOOP("#567,#568) ;
#570=EDGE_LOOP("#571,#572) ;
#590=EDGE_LOOP("#591,#592,#593,#594) ;
#597=EDGE_LOOP("#598,#599,#600,#601) ;
#619=EDGE_LOOP("#620,#621,#622,#623) ;
#626=EDGE_LOOP("#627,#628,#629,#630) ;
#648=EDGE_LOOP("#649,#650,#651,#652) ;
#655=EDGE_LOOP("#656,#657,#658,#659) ;
#677=EDGE_LOOP("#678,#679,#680,#681) ;
#684=EDGE_LOOP("#685,#686,#687,#688) ;
#706=EDGE_LOOP("#707,#708,#709,#710) ;
#713=EDGE_LOOP("#714,#715,#716,#717) ;
```

```
#90=FACE_OUTER_BOUND("#85,.T.);
#107=FACE_OUTER_BOUND("#102,.T.);
#117=FACE_OUTER_BOUND("#114,.T.);
#141=FACE_OUTER_BOUND("#138,.T.);
#320=FACE_OUTER_BOUND("#315,.T.);
#332=FACE_OUTER_BOUND("#327,.T.);
#363=FACE_OUTER_BOUND("#358,.T.);
#375=FACE_OUTER_BOUND("#370,.T.);
#406=FACE_OUTER_BOUND("#401,.T.);
#418=FACE_OUTER_BOUND("#413,.T.);
#449=FACE_OUTER_BOUND("#444,.T.);
#461=FACE_OUTER_BOUND("#456,.T.);
#485=FACE_OUTER_BOUND("#482,.T.);
#595=FACE_OUTER_BOUND("#590,.T.);
#602=FACE_OUTER_BOUND("#597,.T.);
#624=FACE_OUTER_BOUND("#619,.T.);
#631=FACE_OUTER_BOUND("#626,.T.);
#653=FACE_OUTER_BOUND("#648,.T.);
#660=FACE_OUTER_BOUND("#655,.T.);
#682=FACE_OUTER_BOUND("#677,.T.);
#689=FACE_OUTER_BOUND("#684,.T.);
#711=FACE_OUTER_BOUND("#706,.T.);
#718=FACE_OUTER_BOUND("#713,.T.);
#45=UNCERTAINTY_MEASURE_WITH_UNIT(LENGTH_MEASURE(0.005),#41,'distance_accuracy_value','CONFUSED CURVE UNCERTAINTY');
#60=LINE('Line',#57,#59);
#76=LINE('Line',#73,#75);
#308=LINE('Line',#305,#307);
#313=LINE('Line',#310,#312);
#351=LINE('Line',#348,#350);
#356=LINE('Line',#353,#355);
#394=LINE('Line',#391,#393);
#399=LINE('Line',#396,#398);
#437=LINE('Line',#434,#436);
#442=LINE('Line',#439,#441);
#583=LINE('Line',#580,#582);
#588=LINE('Line',#585,#587);
#612=LINE('Line',#609,#611);
#617=LINE('Line',#614,#616);
#641=LINE('Line',#638,#640);
#646=LINE('Line',#643,#645);
#670=LINE('Line',#667,#669);
#675=LINE('Line',#672,#674);
#699=LINE('Line',#696,#698);
#704=LINE('Line',#701,#703);
#2=MECHANICAL_CONTEXT(' ',#1,'mechanical');
#24=PERSONAL_ADDRESS('','','','','','','','','',( #22),'');
#113=PLANE('Plane',#112);
#123=PLANE('Plane',#122);
#467=PLANE('Plane',#466);
```

```

#43=PLANE_ANGLE_MEASURE_WITH_UNIT(PLANE_ANGLE_MEASURE(0.0174532
925199),#42);
#7=PRODUCT_CATEGORY('part',$);
#9=PRODUCT_CATEGORY_RELATIONSHIP('','',$7,$8);
#6=PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE(''
,$5,.NOT_KNOWN.);
#8=PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY('detail',$,$5);
#50=SHAPE_DEFINITION_REPRESENTATION(#40,$49);
#62=VERTEX_POINT(",$61);
#64=VERTEX_POINT(",$63);
#71=VERTEX_POINT(",$70);
#78=VERTEX_POINT(",$77);
#129=VERTEX_POINT(",$128);
#131=VERTEX_POINT(",$130);
#151=VERTEX_POINT(",$150);
#153=VERTEX_POINT(",$152);
#169=VERTEX_POINT(",$168);
#171=VERTEX_POINT(",$170);
#187=VERTEX_POINT(",$186);
#189=VERTEX_POINT(",$188);
#205=VERTEX_POINT(",$204);
#207=VERTEX_POINT(",$206);
#223=VERTEX_POINT(",$222);
#225=VERTEX_POINT(",$224);
#241=VERTEX_POINT(",$240);
#243=VERTEX_POINT(",$242);
#259=VERTEX_POINT(",$258);
#261=VERTEX_POINT(",$260);
#277=VERTEX_POINT(",$276);
#279=VERTEX_POINT(",$278);
#301=VERTEX_POINT(",$300);
#303=VERTEX_POINT(",$302);
#344=VERTEX_POINT(",$343);
#346=VERTEX_POINT(",$345);
#387=VERTEX_POINT(",$386);
#389=VERTEX_POINT(",$388);
#430=VERTEX_POINT(",$429);
#432=VERTEX_POINT(",$431);
#473=VERTEX_POINT(",$472);
#475=VERTEX_POINT(",$474);
#495=VERTEX_POINT(",$494);
#497=VERTEX_POINT(",$496);
#513=VERTEX_POINT(",$512);
#515=VERTEX_POINT(",$514);
#531=VERTEX_POINT(",$530);
#533=VERTEX_POINT(",$532);
#549=VERTEX_POINT(",$548);
#551=VERTEX_POINT(",$550);
#41=(LENGTH_UNIT()NAMED_UNIT(*)SI_UNIT(.MILLI.,.METRE.));
#42=(NAMED_UNIT(*)PLANE_ANGLE_UNIT()SI_UNIT($,.RADIAN.));
#44=(NAMED_UNIT(*)SI_UNIT($,.STERADIAN.)SOLID_ANGLE_UNIT());

```

```
#46=(GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT(3)GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT((#45))GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT((#41,#42,#44))REPRESENTATION_CONTEXT(' ');  
ENDSEC;  
END-ISO-10303-21;
```

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	03.10.1983	
Doğum yeri	Eskişehir	
Lise	1999-2002	Eskişehir Özel Atayurt Lisesi
Lisans	2003-2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2008-2010	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İmal Usulleri Programı