İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOTİV SANAYİİNDE KONUMLAMA KAVRAMI VE ARACA OLAN ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. Fatih AYDOĞDU

Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : MALZEME ve İMALAT

HAZİRAN 2006

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOTİV SANAYİİNDE KONUMLAMA KAVRAMI VE ARACA OLAN ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mak. Müh. Fatih AYDOĞDU
(503961158)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 8 Mayıs 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 2006

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Adnan DİKİCİOĞLU
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Barlas ERYÜREK
Prof.Dr. Turgut ÖZAKTAŞ

HAZİRAN 2006

ÖNSÖZ

Otomotiv sanayi bir çok imalat yöntemlerini bir arada kullanan bir sektördür. İnsanoğlunun gelişen ve değişen çevre, zaman ve duyguları neticesinde eskiden sadece basit bir ulaşım aracı olarak görülen otomobiller artık bir yaşam felsefesi haline gelmiştir. Bu felsefenin getirdiği rekabetçi durum otomotiv alanında faaliyet gösteren tüm firmaları daha iyiyi, daha ucuza mal edebilme zorunluluğunu getirmiştir.

Şuan otomotiv sektöründe ki en önemli soru en kaliteli üretimin, yani boyutsal olarak en doğru gövdelerin ve en başarılı dizaynların nasıl elde edilebileceğidir. Bu çalışmalar esnasında parçadan bitmiş gövdeye kadar tüm proseslerde kullanılması gereken konumlama kavramları araştırılmıştır.

Bu araştırmalar şunu göstermiştir ki iyi bir araç ancak tüm ekiplerin dizayndan, seri imalat ve sonrasına kadar etkin olarak çalışması ile mümkün olabilmektedir. Konumlama kavramının etkisi aracın doğuşundan itibaren kendisini göstermekle beraber dizayn safhasında yapılan hataların bir çok aracın makus talihi olmak da ve araç ömrü boyunca onu takip etmektedir.

Böyle bir farklı konuda ki çalışmayı en başından itibaren destekleyen ve bana deneyim ve bilgilerini sunan başta danışmanım Sayın Prof. Dr. Adnan DİKİCİOĞLU olmak üzere tüm öğretim üyelerine, tezimi yazarken göstermiş oldukları başarılı ekip çalışması nedeni Ahmet ÖZGÜN, İlgün GİZEM, İlhan GÜVEN, Tekin SAYAN'a ve bana daima destek olan eşim Kübra AYDOĞDU' ya, benim daima yanımda olan aileme ve dostlarıma. Bu tezin oluşumunda destek ve onay veren Sn Haydar YENİGÜN, Sn Sabri ÇİMEN ve Ford-OTOSAN A.Ş. ye teşekkür ederim.

MAYIS 2006 Fatih AYDOĞDU

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **vi**
TABLO LİSTESİ **vii**
ŞEKİL LİSTESİ **viii**
SEMBOL LİSTESİ **x**
ÖZET **xi**
SUMMARY **xii**
1. GİRİŞ **1**
2. ANA KONUMLAMA KAVRAMI **2**
2.1. Mevcut Ana Kontrol Kavramı 2
2.2. Ana Konumlamalar ve Gövde Üretimi İçin Önemi 3
2.3. Konumlamaların Tanımlanması 5
2.4. Genel Prosedür 6
2.5. Konumlama Sembolleri 6
2.5.1. Konumlama delikleri 6
2.5.2. Konumlama yüzeyleri 7
2.5.3. Kenar konumlayıcılar 9
2.5.4. Çentik konumlayıcılar 10
2.6. Konumlayıcı Uygulamaları 11
2.6.1. Ana konumlayıcılar 11
2.6.2. Geçici transfer konumlayıcıları 12
2.6.3. Kalıcı transfer konumlayıcıları 13
2.6.4. Montaj konumlayıcıları 14
2.6.5. Sabitleme konumlayıcıları 14
2.6.6. Doğrultma konumlayıcıları 16
2.6.7. İlave doğrultma konumlayıcıları 17
2.6.8. Boşaltma delikleri 18
2.6.9. J kenet 18
2.6.10. Diğer konumlama şekilleri 19
2.7. 3-2-1 Kuralı 20
2.8. Konumlama Delik ve Yüzeylerinin Kullanım Yeri ve Şekilleri 22
2.9. Konumlama Pozisyonunun Seçim Kriterleri 26
2.9.1. En az değişkenlik gösteren alan 27
2.9.2. Tüm proseslerde aynı konumlayıcı 27
2.10. Konumlayıcıların Parça Üzerindeki Seçim Kriterleri 28
2.10.1. Prosesin en erken safhasında tanımlama 29

2.10.2. Parça transferi etkisi 29
2.10.3. Rijit ve sağlam bölge seçimi 30
2.10.4. Parça düzlemine dik olma 31
2.10.5. Basit ekipman tasarımına izin verme 32
2.10.6. Tüm proseslerde aynı yön seçimi 33
2.10.7. İzin verilen yönde değişkenlik yaratmalı 33
2.11. Konumlayıcı Kullanımlarının Tanımlanması 35
2.12. Ölçüm Noktaları 36
2.12.1. 5 Seviye çalışması 36
2.12.1.1. Seviye1 ekipman kabulü 37
2.12.1.2. Seviye2 ürün kabulü 38
2.12.1.3. Seviye3 ürün doğrulama 39
2.12.1.4. Seviye4 proses doğrulama 40
2.12.1.5. Seviye5 41
2.13. Zımba Açısı 41
2.13.1. Malzeme kalınlığı 42
2.13.2. Zımba çapı 43
2.13.3. Zımbanın araç eksenine olan açısı 43
2.13.4. Deliğin araç eksenindeki çapı 44
2.13.5. Yüzeyin araç ekseni ile yaptığı açı 44
2.13.6. Zımbanın yüzeye olan açısı 44
2.13.7. Delik merkezinin yer değişim miktarı 44
3. BOYUTSAL KONTROL ELEMANLARI 46
3.1. Koordinat Ölçüm Makinası 47
3.2. Optik Koordinat Ölçüm Makinası 50
3.3. Laser Ölçüm Sistemi 52
3.4. Açıklık Ölçüm Mastarları 54
3.5. Parça Ölçüm Fikstürü 55
3.6. Ara Mamül Kontrol Fikstürü 57
3.7. Marjin (Aralık) Ölçüm El Aletleri 58
3.7.1. Doğrudan ölçüm metodu 59
3.7.2. Dolaylı ölçüm metodu 60
4. ARAÇ DİNAMİĞİNDE KRİTİK NOKTA SEÇİMİ VE BOYUTSAL KONTROL YÖNTEMLERİ 62
4.1. Şasi Noktaları Seçimi 62
4.1.1. Şasi gövde noktaları 63
4.1.1.1. Konumlayıcı noktaları 63
4.1.1.2. Bağlama noktaları 64
4.1.2. Şasi aks noktaları 64
4.2. Şasi Noktaları Boyutsal Kontrol Yöntemleri 66

4.2.1. Şasi gövde noktaları boyutsal kontrol yöntemleri 66
4.2.2. Şasi aks noktaları boyutsal kontrol yöntemleri 68
4.3. Motor ve Aktarma Organları Noktaları Seçimi 72
5. ARAÇ STATİĞİNDE KRİTİK NOKTA SEÇİMİ VE BOYUTSAL KONTROL YÖNTEMLERİ 73
5.1. Araç Dışı Kritik Nokta Seçimi ve Boyutsal Kontrol Yöntemleri 73
5.1.1. Kapı kaput bağlantı noktaları 73
5.1.1.1. Fikstürlü konumlama 74
5.1.1.2. Pimli konumlama 75
5.1.2. Tampon bağlantı noktaları 76
5.1.3. Cam bağlantı noktaları 78
5.1.3.1. Sabit cam bağlantıları 78
5.1.3.2. Hareketli cam bağlantıları 79
5.2. Araç İçi Kritik Nokta Seçimi ve Boyutsal Kontrol Yöntemleri 81
5.2.1. Koltuk bağlantı noktaları 81
5.2.2. Emniyet kemeri bağlantı noktaları 82
6. BOYUTSAL KONTROL VE FİKSTÜR TASARIMI 84
7. TOLERANS HESAPLAMA (RSS) 88
7.1. RSS Nasıl Hesaplanır 89
8. YETENEK ARTIRMA ÇALIŞMASI 92
8.1. Yetenek Artırma Çalışmalarında İzlenecek Adımlar 92
8.1.1. Cp-Cpk artırımı için nokta seçimi 93
8.1.2. Proses akış şeması çizilmesi 94
8.1.3. Proses kontrolünün yapılması 94
8.1.4. Ekipman kontrolünün yapılması 95
8.1.5. Cp-Cpk deki iyileşmenin gözlemlenmesi 96
9. SONUÇ VE TARTIŞMALAR 98
KAYNAKLAR 101
ÖZGEÇMİŞ 102

KISALTMALAR

CAD	: Computer Aided Design
DVA	: Deviation Variability Analyze
ÜG	: Ürün Geliştirme
İM	: İmalat Mühendisliği
SC	: Significant Characteristic
CMM	: Coordinate Measurement Machine
OCMM	: Optical Coordinate Measurement Machine
MIG	: Metal Inert Gas
MAG	: Metal Active Gas
GOR	: Grill Opening Radiator
RSS	: Root Sum Square
Cp	: Proses Yeterlilik İndisi
Cpk	: Proses Merkezlemesi
SPC	: Statistical Process Control

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Zımba açısı seçim parametreleri……..…… 45
Tablo 7.1. Ürün-proses geliştirme çalışma diyagramı…….. 89
Tablo 8.1. Cp/Cpk ya göre uygunsuz ürün adedi…….……. 97

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : Araç koordinat eksenleri……..... 3
Şekil 2.2 : Boyutsal kontrol ekibi üyeleri…….. 4
Şekil 2.3 : Genel konumlama yayılım akışı……... 5
Şekil 2.4 : Tipik parça konumlama sistemi……... 7
Şekil 2.5 : Konumlama yüzeylerinin parça üstündeki yeri…… 8
Şekil 2.6 : Kenar konumlayıcı kullanımı..... 9
Şekil 2.7 : İkincil kenar konumlayıcı kullanımı..... 10
Şekil 2.8 : Çentik konumlayıcı kullanımı..... 11
Şekil 2.9 : Ana konumlayıcıların kullanım şekli..... 12
Şekil 2.10 : Geçici konumlayıcı kullanımı……..... 13
Şekil 2.11 : Kalıcı konumlayıcıların kullanım şekli……. 14
Şekil 2.12 : Montaj konumlayıcıları kullanım şekli……. 15
Şekil 2.13 : Sabitleyici konumlama kullanım şekli…..……. 15
Şekil 2.14 : Doğrultma konumlayıcısı kullanım şekli……. 16
Şekil 2.15 : İlave dayama konumlayıcı kullanımı…...……. 17
Şekil 2.16 : Boşaltma delikleri kullanımı……. 18
Şekil 2.17 : J Kenet kullanım yerleri……...……. 19
Şekil 2.18 : Diğer konumlama şekilleri……..……. 20
Şekil 2.19 : 3-2-1 Kuralı için 3……. 21
Şekil 2.20 : 3-2-1 Kuralı için 2 ve 1 ……...……. 21
Şekil 2.21 : Çentik konumlayıcılar ile 3-2-1 kuralı……. 22
Şekil 2.22 : Konumlama yüzeylerinin kalıpdaki yeri…..……. 23
Şekil 2.23 : Konumlama delikleri……...……. 23
Şekil 2.24 : Diğer pres operasyonlarında konumlayıcı kullanımı..……. 24
Şekil 2.25 : Kaynak fikstüründe konumlama kullanım şekli ……. 25
Şekil 2.26 : Kıvırma kalıbında konumlama…….. ……. 25
Şekil 2.27 : Montaj parçası konumlama şekli…… ……. 26
Şekil 2.28 : En az değişim gösteren alanın seçimi…… ……. 27
Şekil 2.29 : Tüm proseslerde aynı konumlayıcının kullanılması……. 28
Şekil 2.30 : Erken safhada konumlayıcı kullanılması…… ……. 29
Şekil 2.31 : Parça transferinin konumlayıcıya etkisi……. ……. 30
Şekil 2.32 : Minimum %80 kuralı……. ……. 31
Şekil 2.33 : Konumlama parça düzlemine dik olması…….. ……. 32
Şekil 2.34 : Basit ekipman tasarımına konumlayıcı etkisi…. ……. 32
Şekil 2.35 : Proseslerde aynı yön seçimi…… ……. 33
Şekil 2.36 : Konumlayıcıların hatayı istenilen şekilde dağıtması..……. 34
Şekil 2.37 : Konumlayıcıların hatayı istenilen yönde gizlemesi……. 35
Şekil 2.38 : Konumlayıcıların tanımlanması……. ……. 36

Şekil 2.39 : Seviye1 ölçüm noktaları…….. 38
Şekil 2.40 : Seviye2 ölçüm noktaları……. ……. 39
Şekil 2.41 : Seviye3 ölçüm noktaları……. ……. 40
Şekil 2.42 : Seviye4 ölçüm noktaları……. ……. 41
Şekil 2.43 : Zımba açısı……. ……. 43
Şekil 3.1 : CMM ölçüm tezgahı……. ……. 47
Şekil 3.2 : Açık alan CMM ölçüm tezgahı……. …… 48
Şekil 3.3 : Five unique sistemi ile parça konumlama…… …… 48
Şekil 3.4 : Laser tarama kafalı CMM tezgahı…… …… 49
Şekil 3.5 : OCMM tezgahı…… …… 50
Şekil 3.6 : OCMM ile CMM mukayesesi……..…… …… 51
Şekil 3.7 : Laser ölçüm cihazı……..…… …… 53
Şekil 3.8 : Açıklık ölçüm mastarları…….....…… 55
Şekil 3.9 : Parça ölçüm fikstürü…… …… 56
Şekil 3.10 : Ara mamül kontrol fikstürü……..…… …… 57
Şekil 3.11 : Datamyte ölçüm cihazı…… …… 58
Şekil 3.12 : Datamyte ile arlık ve düzlemsellik ölçümü…..…… …… 59
Şekil 3.13 : Datamyte ile fitil boşluğu ölçümü…… …… 60
Şekil 3.14 : Dolaylı ölçüm metodu ile fitil boşluğu ölçümü……..... 62
Şekil 4.1 : Şasi gövde konumlama delikleri……... 63
Şekil 4.2 : Şasi gövde bağlama delikleri…….……... 64
Şekil 4.3 : Ön aks kritik noktaları……...……... 65
Şekil 4.4 : Arka aks kritik noktaları……... 66
Şekil 4.5 : Kros konumlama deliği braketli çözüm örneği…….……... 67
Şekil 4.6 : Amortisör kulesinin son istasyonda yüklenmesi……... 68
Şekil 4.7 : Puntalı dizany çözümü ile ısıl girdi azaltma çalışması……. 69
Şekil 4.8 : Isıl gerilme azaltma sistemleri……...……... 70
Şekil 4.9 : L-arm bağlantı şekilleri…….……... 70
Şekil 4.10 : Direksiyon kutusu bağlantı noktasının kolay ayarlanabilir olması 71
Şekil 4.11 : CNC de işlenen sabit aks tekerlek oturma flanşı……...……... 71
Şekil 4.12 : Motor bağlantı noktaları……... 72
Şekil 5.1 : Fikstür ile kapı gövdeye montajı..…… 74
Şekil 5.2 : Pimli kapı gövdeye montajı……..…… 75
Şekil 5.3 : X yönünde çamurluk tampon konumlaması.…… 76
Şekil 5.4 : Y yönünde tampon konumlaması…….…… 77
Şekil 5.5 : Arka tampon konumlaması……...…… 78
Şekil 5.6 : Sabit cam konumlama sistemi..…… 79
Şekil 5.7 : Arka kelebek cam bağlantı şekli……...…… 80
Şekil 5.8 : Ön kelebek cam bağlantı şekli……..…… 80
Şekil 5.9 : Koltuk bağlantı noktaları……..…… 81
Şekil 5.10 : Emniyet kemeri bağlantı noktaları…… 82
Şekil 6.1 : Temel fikstür tasarımı ……..…… 85
Şekil 6.2 : 3 Boyutlu fikstür tasarımı…….…… 86
Şekil 6.3 : GOR Konumlama kavramı……...…… 87
Şekil 7.1 : RSS uygulaması…… 91
Şekil 8.1 : Cp/Cpk Yetenek arttırma akış diyagram.ı…… 93
Şekil 8.2 : Proses akış şeması…….…… 94

SEMBOL LİSTESİ

H	**:** Dört yönlü konumlama deliği
h	**:** İki yönlü konumlama deliği
S	**:** Konumlama yüzeyi
s	**:** İkincil konumlama yüzeyi
E	**:** Kenar konumlayıcı
e	**:** İkincil kenar konumlayıcı
CK	**:** Doğrultma konumlayıcısı
CO	**:** İlave dayama konumlayıcısı
AC	**:** Boşaltma deliği
J	**:** Baskı kenedi

OTOMOTİV SANAYİİNDE KONUMLAMA KAVRAMI VE ARACA OLAN ETKİLERİ

ÖZET

‘Otomotiv Sanayinde Konumlama Kavramı Ve Araca Olan Etkileri’ başlıklı bu çalışmada ilk olarak konumlama prensibi, çeşitli konumlama sistemleri ve bunların araç ile olan etkileşimleri ele alınmıştır. Üçüncü bölümde boyutsal kontrol prensipleri ve boyutsal kontrolün takibini sağlayan ölçüm teknikleri tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde ise araç dinamiğini etkileyen noktaların tespiti ve bunların kontrol altında tutulabilmesi için izlenilmesi gereken sistemler incelenmiştir. Beşinci bölümde ise daha çok showroom ortamındaki kalite beklentilerine değinilmiştir. Altıncı bölümde ise tüm bu sistemin merkez noktası olan fikstür tasarımı ele alınmıştır. Yedinci ve sekizinci bölümlerde ise Ford-OTOSAN da yapılan tolerans ve yetenek artırma çalışmaları belirtilmiştir. Son bölümde ise sonuçlar yorumlanmıştır.

İlk bölümde çalışmayı tanıtıcı giriş yapıldıktan sonra ikinci bölümde, konumlama sistemi detaylıca ele alınarak bu sistemlerin tüm imalat adımlarında kullanım şekilleri, konumlama stratejisinin geliştirilmesi için izlenecek yol tanıtılmıştır.

Üçüncü bölümde sistemin sağlıklı çalışmasının takibi için kullanılan ölçüm aletleri tanıtılmıştır. Kullanılan aletlerin artı ve eksi tarafları belirtilerek çeşitli durumlara göre en iyi ölçüm metodunun seçilmesine ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Dördüncü bölümde ise özellikle aracın dinamik karakteristiğini etkileyen noktalar ve bunlar için geliştirilen sistemler tanıtılmıştır. Özellikle Ford-OTOSAN da yapılan dizayn geliştirmelerine yer verilmiştir.

Beşinci bölümde ise aracın showroom ortamındaki kalite beklentilerini sağlayacak unsurlar incelenmiş ve bunlar için yapılması gerekenler özetlenmiştir.

Altıncı bölümde ise tüm bu anlatılanların meydana gelmesinde ki en önemli ekipmanlardan biri olan fikstür tanıtılmış ve bunun tasarımı aşamasındaki dikkat edilmesi gereken hususlara değinilmiştir.

Yedi ve sekizinci bölümlerde ise Ford-OTOSAN da yapılan tolerans ve yetenek arttırma çalışmalarından örnekler verilmiştir.

Sonuç kısmında da tüm bu bölümlerin değerlendirmesi yapılarak elde edilen sonuçlar yorumlanarak tartışılmıştır.

LOCATOR CONCEPT IN AUTOMOTIVE INDUSTRY AND AFFECTNESS TO THE VEHICLE

SUMMARY

In this study titled 'Locator Concept In Automotive Industry And Affectness To The Body', after a brief introduction, locator concepts and affectness to the body is evaluated. In the third chapter dimensional integrity concepts and measurement machines are introduced.

After a brief introduction in first chapter, locator concepts are detailed explained and usage of this systems in production areas are explained in second chapter.

In the third chapter the measurement systems and equipments are introduced which are monitoring the locator concept performance.

In the fourth chapter, identification of significant points for vehicle dynamics and locator systems are explained. Especially design improvements are shown which done in Ford-OTOSAN.

In the fifth chapter identification of significant points for static points which affect the showroom quality for the vehicle.

The fixture concepts and design rules are explained in sixth chapter.

Tolerance studies and capability analyses are explained in seventh and eighth chapters.

At the final all these studies are evaluated and the results are discussed for locator concept and dimensional integrity.

1. GİRİŞ

Otomotiv sanayi gelişen teknolojiyi yakından takip etme zorunluluğu olan ve her türlü gelişmeyi artan rekabet ortamında, bünyesine adapte edebilme kolaylığına ve zorunluluğuna sahip gelişen bir endüstridir. Bir çok sanayi koluyla iletişim içinde olan otomotiv sektöründe rekabet ortamının gerektirdiği üretim sistemlerini ve teknolojiyi yakalayabilmiş ve bu gelişmeleri daha kaliteli ve daha az maliyetli araçlar üretebilmekte değerlendirmiş firmalar diğer firmalara karşı daha avantajlı duruma geçmektedir.

Bir araç gövdesi ortalama 500 ile 600 parçadan müteşekkil olup tüm bu parçaları araç koordinatında bir araya getirebilen ekipman fikstürdür. Bu nedenledir ki fikstür tasarımı ve imalatı esnasında izlenecek yol tüm aracın kalitesini doğrudan etkilemektedir. Araç tasarımının en başından itibaren kalıp ve fikstür sistemlerinin beraber düşünülmesi (Eş Zamanlı Mühendislik) ile gittikçe artan kalitede araçlar üretilebilmektedir.

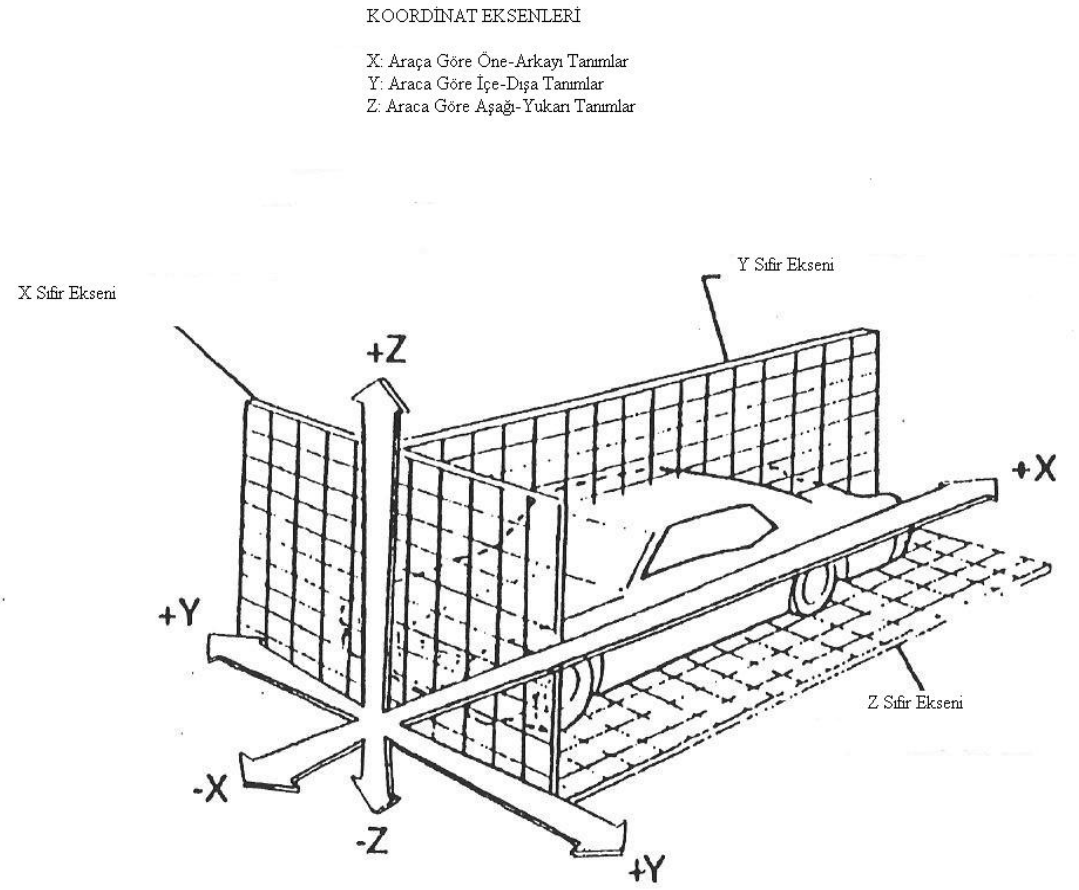
Gittikçe artan rekabet ortamında artık bir çok araç aynı gövde platformunu kullanarak fiyat avantajı sağlamaya çalışmaktadır. Bunun neticesinde aynı konumlama kavramlarının farklı model ve markalarda da başarı ile tatbik edilebilmesi ancak çok iyi bir ekip çalışması ile mümkün olabilmektedir.

İşte tüm bu hayati özellikleri bünyesinde bulunduran konumlama kavramı ile ilgili olarak şu ana kadar sistemli bir çalışmanın yapılmamış olması nedeni ile, bu konu tez konusu olarak seçilmiştir.

2. ANA KONTROL KAVRAMI

2.1 Mevcut Ana Kontrol Programı

Ana kontrol programı; parçaların, bitmiş komplelerin veya tüm gövdenin sabit (değişkenlik yaratmadan) kontrol altında tutulması metodudur. Ana amacı parça yüklemelerinde veya bitmiş komplelerde tanımlanmış referans noktalarının kullanılmasıdır. Bu tanımlanmış referans noktaları pres operasyonundan montaj operasyonuna kadar tanımlanan süreçte parçanın konumlanması ve birleştirilmesini sağlar. Bu ortak referans noktası mantığı dahilinde tüm operasyonların birbiri ile aynı standardı sağlamaları öngörülmüştür. Teorik olarak imalat toleranslarını azaltabilmek amacı ile tüm imalat akışı boyunca bu ortak nokta kullanımına sadık kalınmalıdır. Ana Kontrol Konumlama, mühendislik çizimlerinde de bir parça veya bitmiş komplelerde ki konumlama delikleri ve yüzeylerini tanımlamak için hazırlanırlar. Bu sayede her bir parça araç ekseninde CAD data da tanımlanan pozisyonlarında konumlanabilirler. Şekil2.1 de araç koordinat takımı belirtilmektedir. X=0 noktası daima aracın en ön noktasından daha önde, Y=0 noktası aracın tam orta ekseninde ve Z=0 noktası ise aracın bastığı zemin noktası ile aynı noktalardır.



Şekil 2.1 Araç Koordinat Eksenleri

2.2 Ana Konumlamalar ve Gövde Üretimi İçin Önemi

Konumlama stratejisi bir aracın tüm parça ve bitmiş komplelerine tanımlanması gerekmektedir. Bu strateji gelişimi araç dizaynının ilk safasında ortaklaşa (Ürün Geliştirme, Preshane, Gövde Üretim Müh ve Montaj) olarak kararlaştırılıp buna uygun konumlama mantığı (delik, yüzey veya kenar) oluşturulmalıdır. Kullanılan konumlama sistemi imalatın tüm akışı boyunca parçaları güvenilir ve tekrarlanabilir bir şekilde pozisyonlanmasını sağlamalıdır. Burada en önemli olan husus mümkün olduğu müddetce aynı ana konumlama stratejisini, bir kompleden diğer kompleye geçerken koruyabilmektir. Ancak bazı durumlarda bu yapıyı sağlamak mümkün olmayabilir. Bu hallerde Transfer Konumlamarı tanımlanmalıdır.

Konumlamalar imalat ve montaj prosesleri boyunca erişilebilir olmaları gerekmektedir. Konumlamaların erişilebilirliği ve bir parça tarafından kapatılmaması (örtülmemesi) detayı konumlama teknik resimlerinde tanımlanmış olmalıdır. Konumlama sistemi temel olarak komple ve bitmiş komplelerde müşteri beklentilerini sağlanması, final imalatda ki kalite ve hassasiyet hedefinin tutturulması ve montaj esnasında operatör ayar işçiliğinin azaltması hedeflenir.

Araç tasarım sürecinin başında eş zamanlı mühendislik çalışması yürütülerek tüm parça ve komplelerin konumlama sistemlerinin kararlaştırılması gerekir. Bu çalışma daha çok 'Boyutsal Kontrol Ekibi' tarafından yürütülür. Bu ekip içinde İmalat ve Proses Mühendisliği, Ürün Geliştirme Departmanı temsilcileri olmalıdır.

Şekil 2.2 de Boyutsal Kontrol Ekibinde bulunması gereken çapraz organizasyon tanımlanmıştır.

BOYUTSAL KONTROL EKİBİ ÜYELERİ

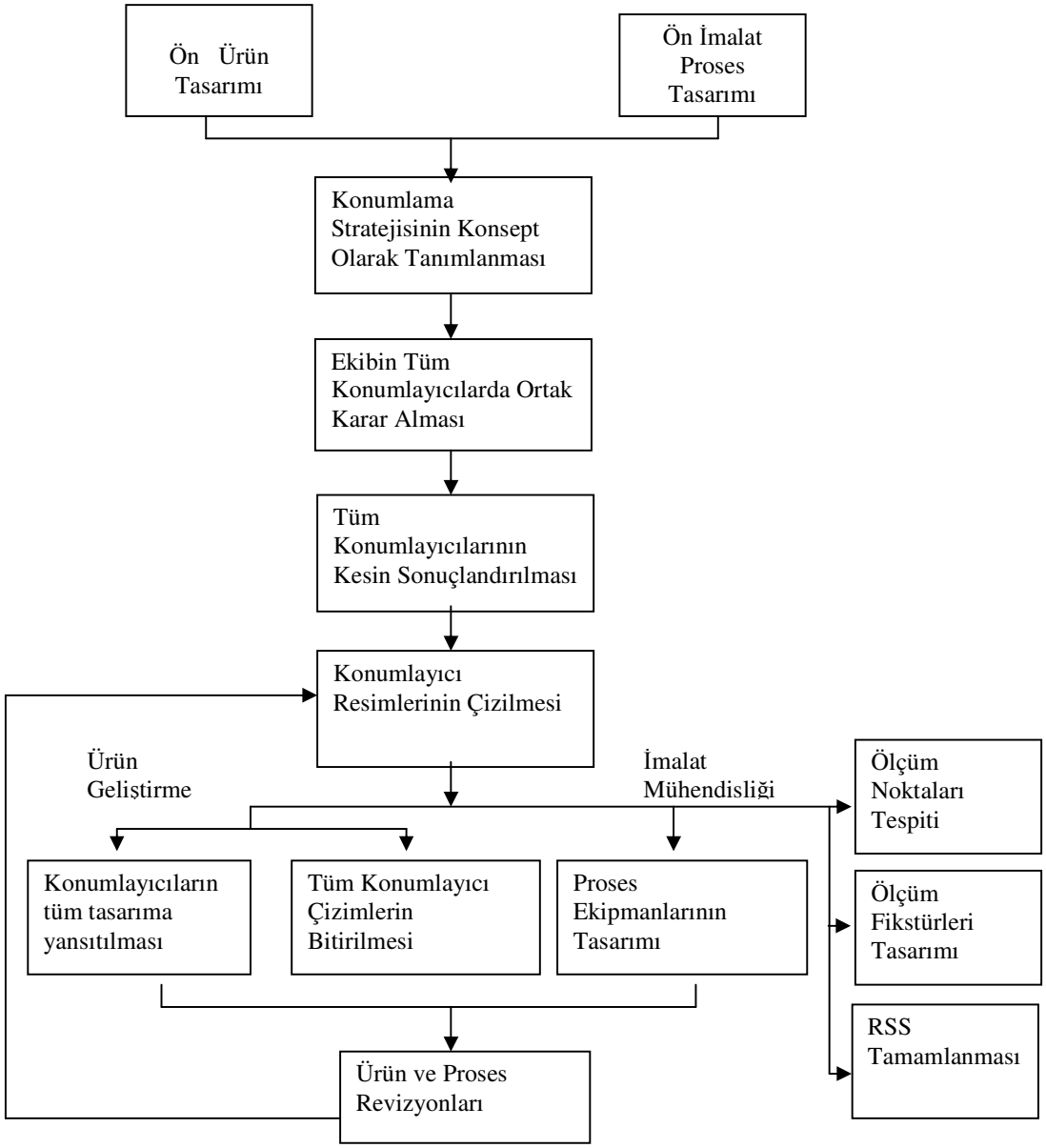
Gövde ve Montaj Operasyonları
- Boyutsal Kontrol Mühendisi
- Pres Proses Mühendisi
- Gövde Üretim Mühendisi
- Montaj Mühendisi
- Şasi Mühendisi
- İç/Dış Plastik Mühendisi
- Elektirik Mühendisi
- Yalıtım Mühendisi

Ürün Geliştirme
- Gövde Mühendisliği
- Şasi Mühendisliği
- Araç Mühendisliği

Şekil 2. 2 Boyutsal Kontrol Ekibi Üyeleri [1]

2.3 Konumlamaların Tanımlanması

Konumlama stratejisi ekip tarafından tasarımın erken fazında tanımlanması gerekir. Genel adımları ile konumlamaların tanımlanması için gerekli akış şekil 2.3 de belirtilmiştir. Bu akışına uyulmadığı takdirde imalat esnasında Ürün Geliştirme mühendisliğinin istemiş olduğu dizayn toleranslarının sağlanamaması gibi istenilmeyen bir durumun ortaya çıkması mümkündür.



Şekil 2.3 Genel Konumlama Yayılım Akışı

2.4 Genel Prosedür

Ekibin çalışma şekli, İmalat ve Ürün Geliştirme Mühendisliği'nin beraber konumlamaları tanımlaması ile başlar. İlk adım olarak ön tasarım aşamasında, temel imalat disiplinlerine uygun olarak konumlama stratejisine karar vermektir. Karar verilen konumlama stratejisine göre daha sonra Boyutsal Değişkenlik Analizi (DVA) yapılmak sureti ile bitmiş ürün üzerindeki imalat ve montaj değişkenliklerinin etkisi analiz edilmeye çalışılır. Bu sayede gerekir ise ürün veya proses değişikliği yapılıp yapılmayacağına karar verilir.

Konumlama stratejisini nihayetlemeden önce aşağıdaki şartların oluşmuş olması gerekir.

- Stabil (değişken olmayan) ürün dizaynı
- İmalatcı katılımı
- Stabil proses dizaynı
- Konumlama çizimlerinin tüm ekip tarafından imzalanması (son kabül)

Nihayetlendirilmiş bir konumlama stratejisinde değişiklik yapılmak istenildiğin de Boyutsal Kontrol Ekibi ile hemfikir olunması gerekir.

2.5 Konumlama Sembolleri

Konumlama sembolü olarak H, h, S, s ve E, e kullanılır. Bunlar sırası ile delik, yüzey veya kenarları temsil ederler. Büyük harf ile belirtilenler ana konumlayıcıyı, küçük harf ile belirtilen ise ikincil konumlamayı tarifler. [3]

2.5.1 Konumlama Delikleri

'H' ana konumlama deliğini tanımlar. Bu delik parça veya üst kompleyi dört yönlü olarak konumlar.

'h' ikincil konumlama deliğini tanımlar. Bu delik parka veya üst kompleyi iki yönlü olarak konumlar.

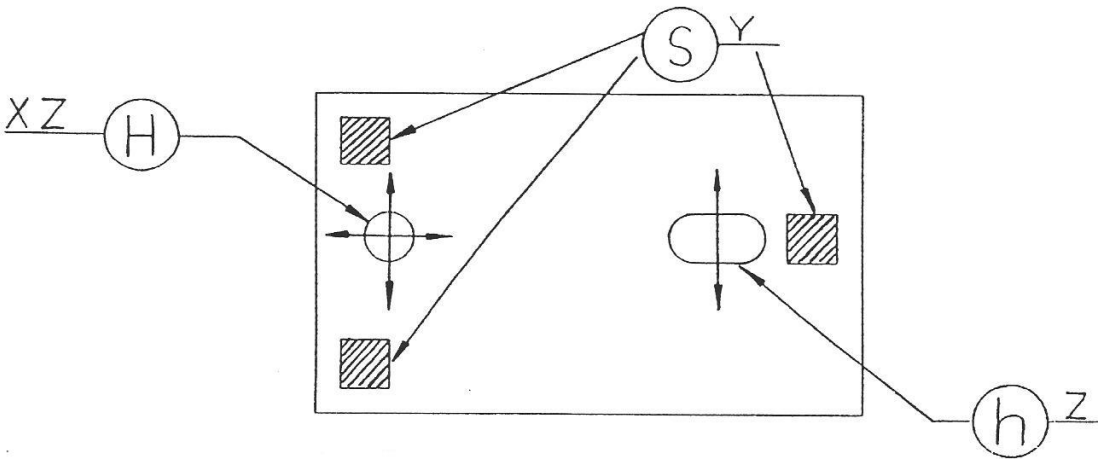
Tüm konumlama delikleri aynı anda ve mümkün mertebe pres proseslerinin en erken safhasında delinmeli (tercihen ilk çekme prosesinden sonra gelen ilk prosesde) ve tüm pres operasyonları boyunca bu konumlama deliğinden kalıp referans almalıdır.

Konumlama delikleri aksi belirtilmediği müddetçe araç koordinatında (square to grid) delinmelidir.

2.5.2 Konumlama Yüzeyleri

Konumlama yüzeyleri, konumlama pimlerinin konumlayamadığı üçüncü eksende konumlama sağlamak amacı ile kullanılırlar.

'S' Ana konumlama yüzeyini tanımlar. Bu yüzeyler parça ölçüm fikstürlerinden, üst komple fikstürlere kadar imalat fikstürlerin de olduğu gibi aynı koordinat ve kapanma sırasında olmalıdırlar. Şekil 2.4 de bir parça için tipik konumlama gösterilmiştir.



Seçim Sırası:

H- 4 Yönlü konumlama deliği (X,Z)

h- 2 Yönlü konumlama deliği (Z)

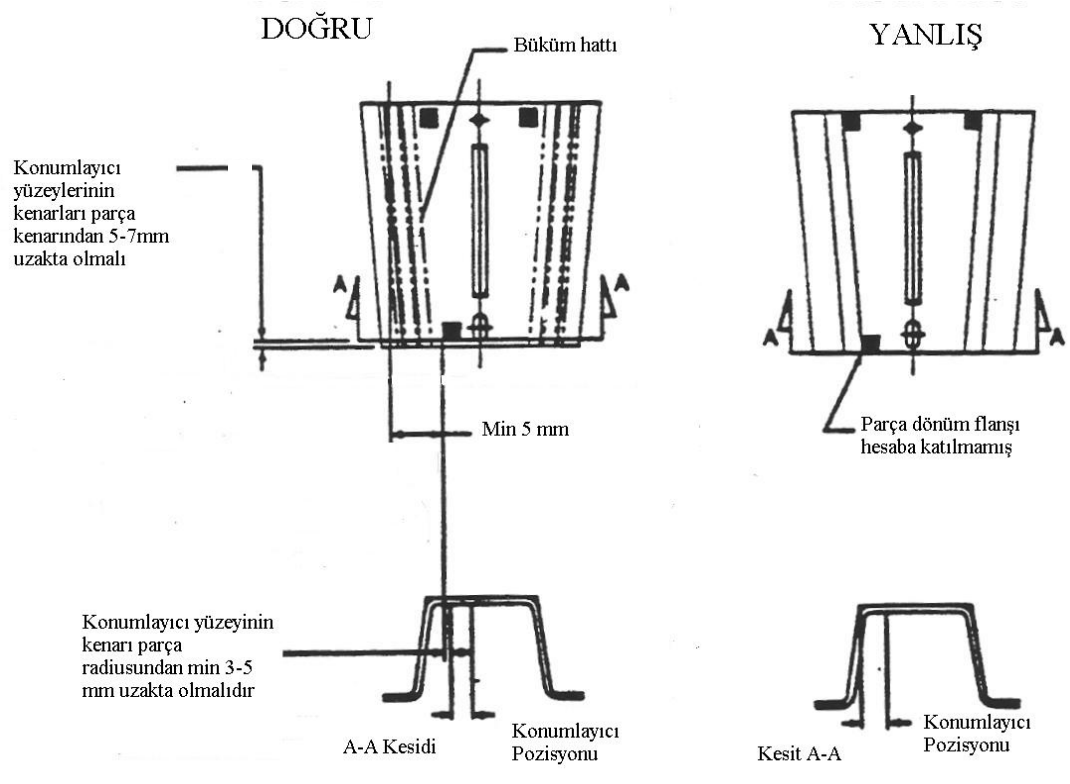
S- Yüzey konumlayıcısı (Y) en az 3 veya daha fazla

Şekil 2.4 Tipik Parça Konumla Sistemi [3]

‘s’ ikincil konumlama yüzeyini yanımlar. Bu konumlama yüzeyleri, ana konumlama yüzeylerinin tam olarak parçayı konumlayamadığı hallerde kullanılırlar. Mümkün mertebe en az seviyede kullanılmalıdırlar. İkincil konumlama yüzeyleri, ana konumlama yüzeyleri gibi kontrol fikstürlerinde kapatılırlar. Ancak burada unutulmaması gereken ikincil konumlama yüzeylerinin kontrol fikstüründe kapatılmadan önce kapandığı noktanın ölçülmesi ve daha sonra kapatılması gerekir. Serbest halde kenet kapanmadan önce parça yüzeyden en fazla 0.2mm aralıklı olmalıdır. İkincil konumlama yüzeyleri asla geri yaylanma veya aşırı burkulma gibi hataları düzeltmek için kullanılamazlar.

Boyutsal Kontrol Ekibi aksini belirtmediği müddetçe standart olarak konumlama yüzeyleri 25x25 veya 25x50 mm dir.

Eğer bir konumlama yüzeyi parça radyüsüne yakın ise en fazla 5 mm yaklaşabilir. Parça kenarından ise en az 3 mm uzaklıkta olmalıdır. Şekil 2.5



Şekil 2.5 Konumlama Yüzeylerinin Parça Üzerindeki Yeri

A-post veya arka stop lambası gibi formlu bölgelerdeki zorunluluk halleri dışında konumlama yüzeyleri için düz yüzeyler seçilmelidir. Bu kabüller ürün ve imalat sınırlamalarına göre değişklik gösterebilir.

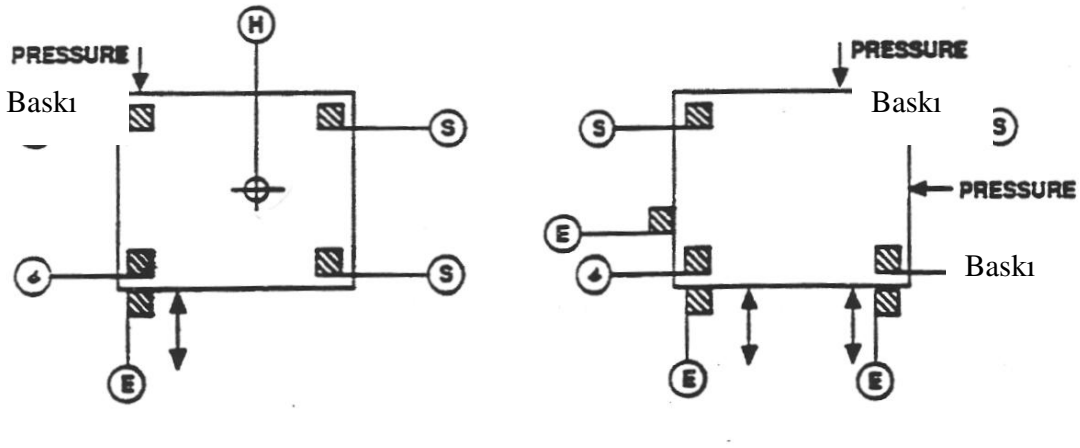
Konumlama yüzeyleri, imalat proseslerinde ilk form kalıbından şekil almalarına özen gösterilmelidir. Seçilen bölge stabil ve proses boyunca şekil değişikliği göstermemelidir (pres operasyonlarında dalgalanma veya incelme gösterecek bölgelerden mümkün mertebe kaçınılmalıdır).

2.5.3 Kenar Konumlayıcılar

Kenar konumlayıcılar konumlama delikleri ve yüzeyleri ile beraber kullanılılırlar. Kenar konumlayıcılar parça veya bitmiş kompleyi sadece bir düzlemde konumlama sağlayabilirler. Konumlamanın olabilmesi için karşı reaksiyon kuvvetinin sağlanması şarttır. Kenar konumlayıcılar 'E' ile sembolize edilirler.

Kenar konumlamalarda, trim hattı değişkenlikleri nedeni ile bu tip konumlamaların kullanıldığı yerler kalıp zımba prosesi ile üretilmesi gerekir.

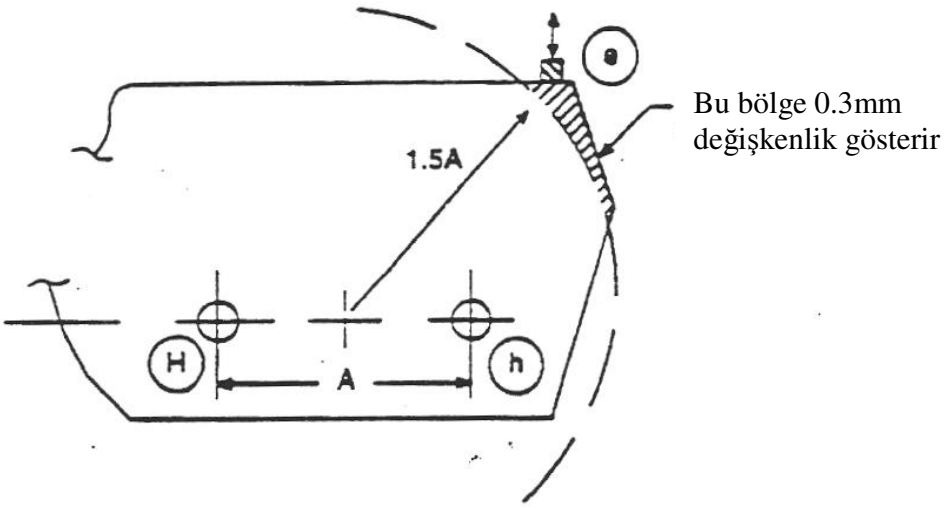
Şekil 2.6 de kenar konumlama şekilleri belirtilmiştir.



Şekil 2.6 Kenar Konumlayıcı Kullanımları

Parça kenarlarının imalat toleranslarındaki değişim miktarının çok fazla olması sebebi ile kenar konumlayıcılardan mümkün mertebe uzak kalınmalıdır.

Parça dizaynı sebebi ile konumlama delikleri arası mesafenin yetersiz olduğu hallerde ikincil bir konumlama kullanılması gerekebilir. İkincil konumlayıcının kullanılması halinde bu 'e' ile sembolize edilir. Şekil 2.7 de bu tip bir uygulama görülmektedir.



Şekil 2.7 İkincil kenar konumlayıcı kullanımı [3]

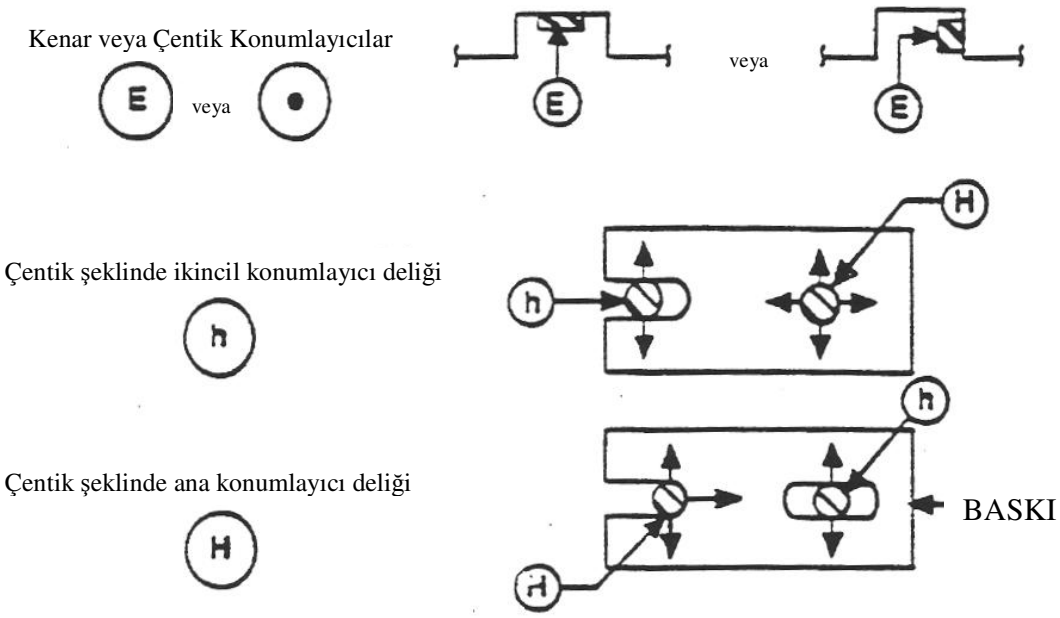
2.5.4 Çentik Konumlayıcılar

Özel durumlar halinde parça üzerindeki çentikler parça konumlayıcı olarak kullanılabilirler. Çentikler konumlama çizimlerinde ana delik (H), ikincil delik (h) veya kenar konumlayıcı (E veya e) olarak kullanılabilirler.

Çentik konumlayıcıların dizaynında genel kural olarak:

- Eğer tek yönde konumlama sağlıyor ise kenar konumlayıcı (E veya e) olarak tanımlanırlar
- Eğer iki yönlü konumlama sağlıyor ise ikincil delik (h) olarak tanımlanırlar
- Eğer ikiden daha fazla yönde konumlama sağlıyor ise ana delik (H) olarak tanımlanırlar.

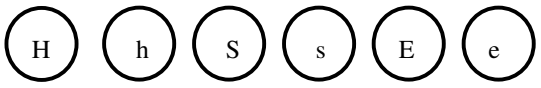
Bu durumların gösterimi Şekil 2.8 de belirtilmiştir.



Şekil 2.8 Çentik konumlayıcı kullanımı

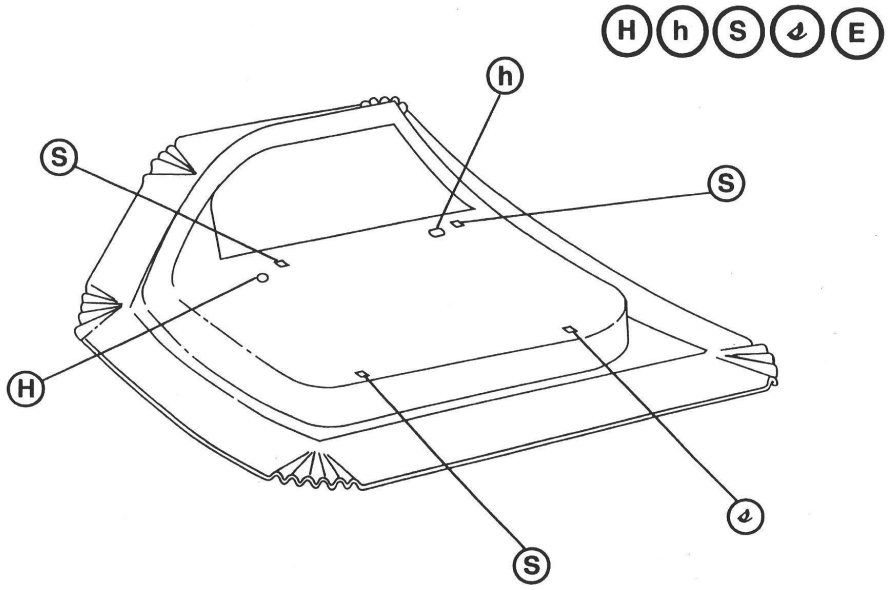
2.6 Konumlayıcı Uygulamaları

2.6.1 Ana Konumlayıcılar



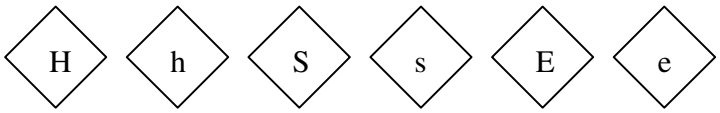
Tüm araç gövde ve elemanları bu konumlayıcılar kullanılarak imal edilirler. Bu ana konumlayıcılar imalat esnasında parça tutma noktaları olarak tanımlanırlar. Ayrıca bu ana konumlayıcılar kontrol fikstürü ve ölçüm sistemlerinde de kullanılırlar. (Şekil 2.9)

En önemli konumlayıcılar olup tüm proseslerde devamlılıklarının olması tolerans birikmelerinin engellenmesi ve boyutsal yeteneğin arttırılması için çok önemlidir. Aksi belirtilmediği müddetce bu konumlayıcılar kullanılmalıdır. [1]



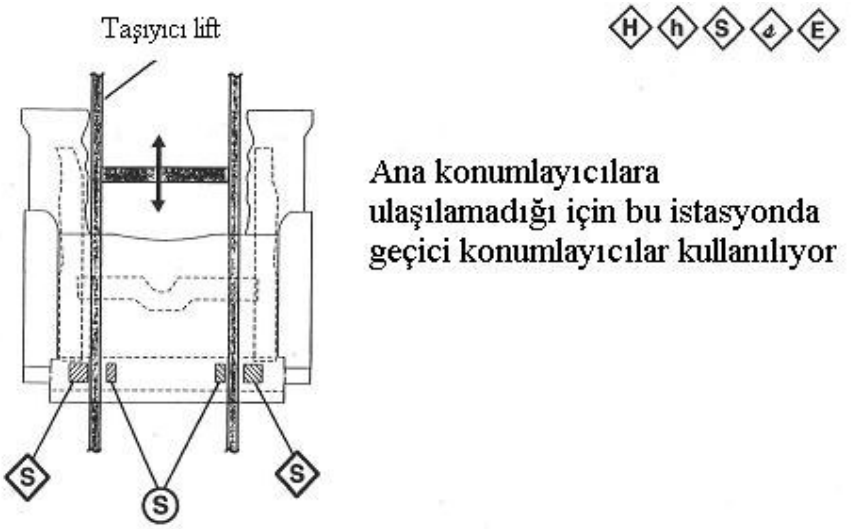
Şekil 2.9 Ana konumlayıcıların kullanım şekli

2.6.2 Geçici Transfer Konumlayıcıları



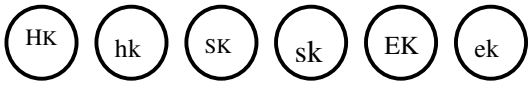
Bazı durumlarda ana konumlayıcılar imalat sırasında bazı proses sınırlamaları nedeni ile bir sonraki operasyonda kullanılamıyabilirler. Bu haller de ana konumlayıcı için geçici olarak başka konumlama noktaları kullanırlar. Bu noktalar kalıp operasyonlarında ana konumlama noktaları ile beraber form almalı ve ana konumlayıcılara göre boyutsal olarak kontrol edilmelidirler. Geçici transfer konumlayıcıları ana konumlayıcılar tekrar kullanılabilir oldukları andan itibaren kullanılmamalıdırlar. Şekil 2.10 da otomatik taşıma rayının ana konumlayıcıları kapaması gösterilmektedir.

Not: Geçici konumlayıcıları en az seviyede tutulmalıdır. Bu sebebledir ki ekipmanı tasarlayacak ekibin konumla stratejilerinin oluşturulduğu erken devirde ekibe dahil olması gerekir.



Şekil 2.10 Geçici konumlayıcı kullanımı

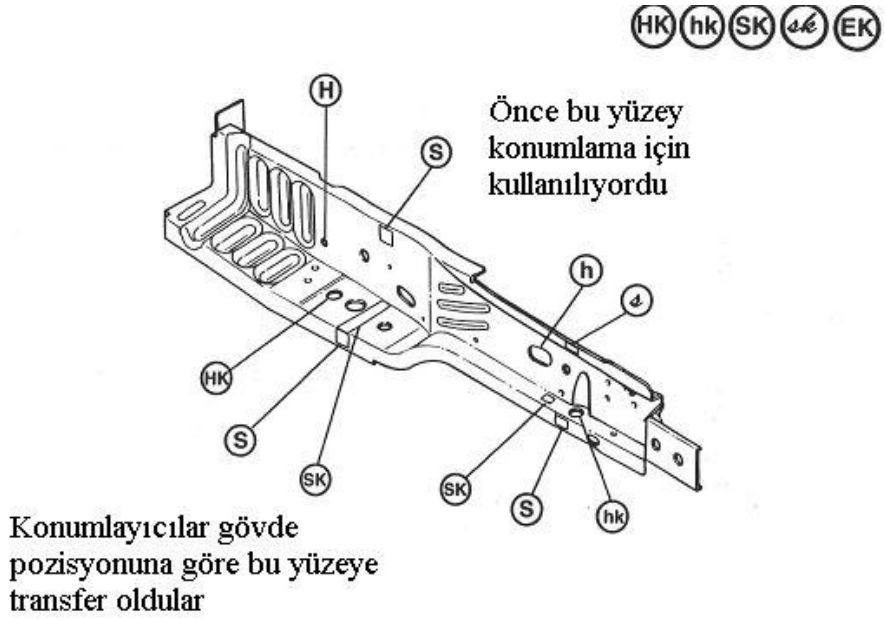
2.6.3 Kalıcı Transfer Konumlayıcıları



Kalıcı transfer konumlayıcıları ana konumlayıcıların kalıcı olarak değiştirilmeleri gerektiği hallerde kullanılırlar. Bu konumlayıcılar, ana konumlayıcıların proses gereği kullanılamaması hallerinde veya parçanın başka bir noktasının çok daha önemli hale gelmesinde kullanılırlar. Genel olarak montaj operasyonlarının ana konumlayıcıları kapatmaları (ulaşılabilirliklerini kapatmaları hallerinde) kullanılırlar. (Şekil 2.11). Bu tip uygulamalara özellikle şasi kollarında görmek mümkündür. İki parçalı şase kolu tasarımında düşey yüzeyin yatay yüzeye göre daha geniş olması sebebi ile ana konumlayıcılar bu yüzeyde bulunur. Ancak montaj prosesleri gereği ve parçanın araç pozisyonu için döndürülmesi gerektiğinden yatay yüzey daha sonra kullanılır.

Dikkat:

- Bu kullanım şeklinden mümkün mertebe uzak durulmalıdır. Ancak tüm boyutsal kontrol ekibin ortak kararı ile kullanılabilir.
- Kalıcı transfer konumlayıcılarının kullanılması halinde 3-2-1 kuralı geçerli olmaz.



Şekil 2.11 Kalıcı konumlayıcıların kullanım şekli

2.6.4 Montaj Konumlayıcıları

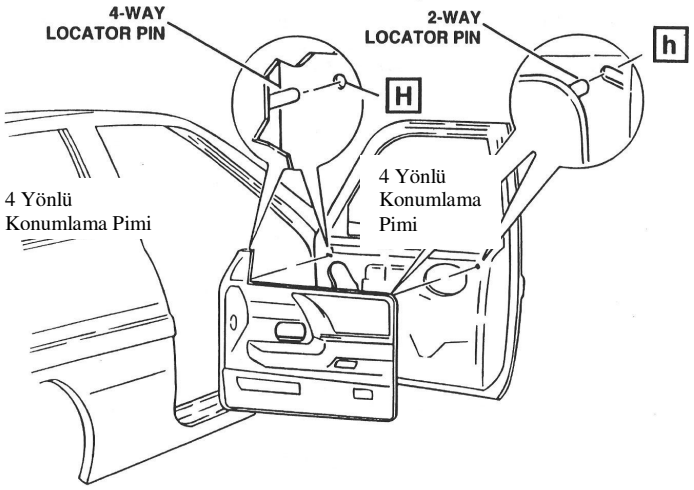
H	h	S	s	E	e

Montaj prosesleri boyunca kullanılan konumlayıcılara verilen genel isimdir. Daha çok kapılar, mekanizmalar, motor kaputu, cam gibi civata/somun sıkma proseslerinde kullanılırlar. (Şekil 2.12)

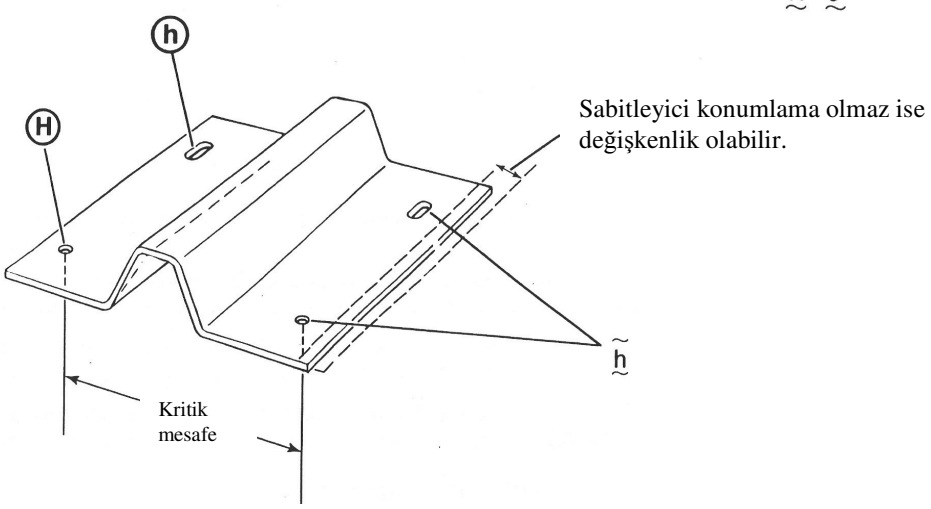
2.6.5 Sabitleme Konumlayıcıları

~	~	~
h	s	e
~	~	~

Yeterince rijit olmayan parçalarda normal konumlayıcıların yanında ilave konumlama gerekli olabilmektedir. Genel olarak sabitleyici konumlamaları bu amaçta kullanılırlar. Bu konumlamalar daha çok ikincil konumlama vazifesi yaparlar. Özellikle taban sacları bu konumlamaların kullanıldığı parçaların başında gelirler (Şekil 2.13)



Şekil 2.12 Montaj konumlayıcıları kullanım şekli

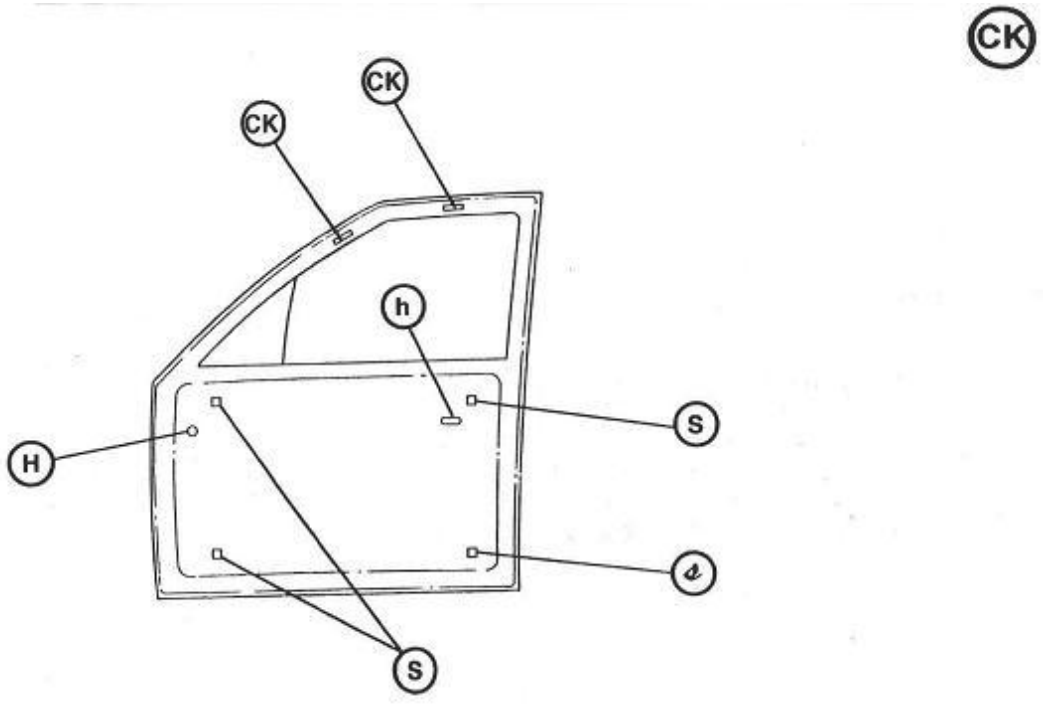


Şekil 2.13 Sabitleyici konumlama kullanım şekli.

2.6.6 Doğrultma Konumlayıcıları



Bu tip konumlayıcılar imalat operasyonlarında geri yaylanma ve aşırı bükülme gibi durumların ölçülmesi ve değerlendirilmesinde kullanılırlar. Doğrulama konumlayıcılarından alınan ölçüm dataları prosesin kontrolü ve kalıp aşınmalarının takibinde kullanılırlar. Genel olarak çok rijit olmayan parça veya komplelerde kullanım yeri vardır. Tüm doğrultma konumlayıcıları imalat fikstürlerinde parçayı dizayn seviyesine getirmek amacı ile kenetlenmelidirler. Şekil 2.14 de ön kapı için doğrultma konumlayıcıları ile uygulama gösterilmektedir.



Şekil 2.14 Dogrultma konumlayıcısı kullanım şekli.

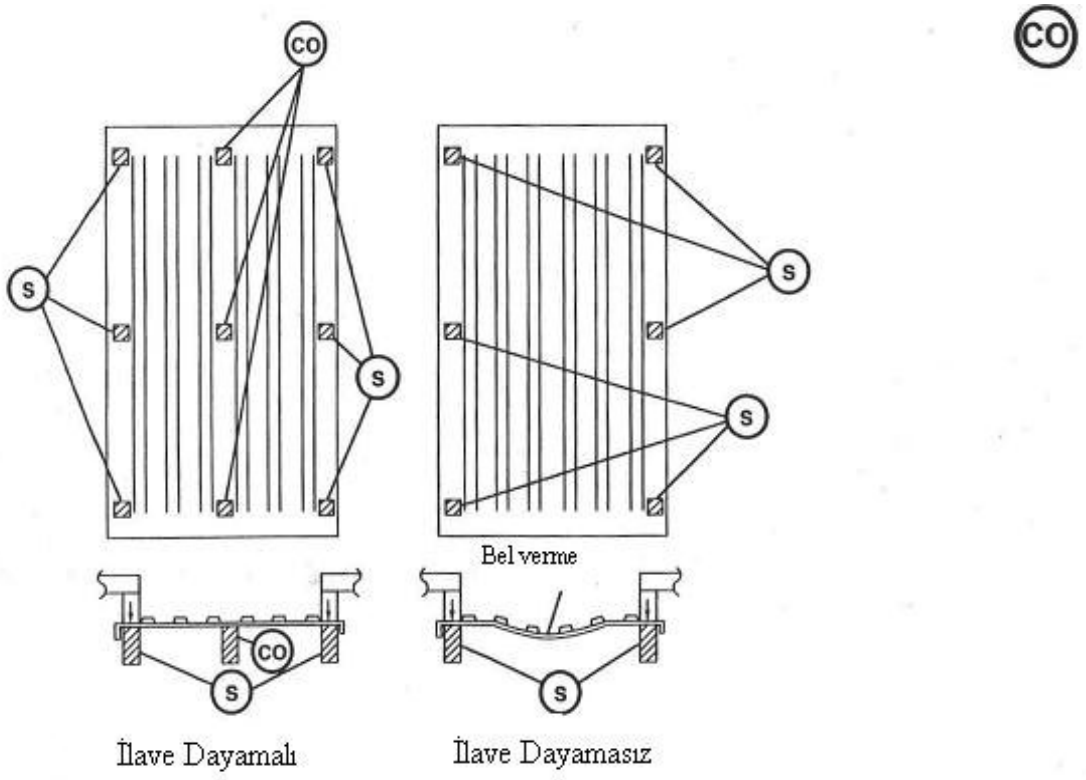
Bu örnekte kapı kontrol fikstürün de pim (H ve h) ve yüzeyler (S ve s) vasıtası ile konumlanır. Tüm yüzeylerin kenetleri kapatıldıktan sonra doğrultma konumlayıcılarının olduğu yerden ölçüm alınır. Eğer ölçüm hataları toleranslar dahilinde değil ise doğrultma yüzeylerinden de parça kenetlendikden sonra tekrar ölçüm alınır. Bu sayede

geri yaylanma (springback) etkisi anlaşılmış olunur. Doğrultma konumlayıcıları prosesin veya malzemenin değiştirilmesi ile iptali mümkündür.

2.6.7 İlave Dayama Konumlayıcıları

CO

Doğal parça bel vermeleri, sarkmalarında kullanılırlar. Özellikle tavan, taban komplelerinde kullanım yeri vardır. Bu konumlayıcılar da kenetleme yapılmaz. (Şekil 2.15)

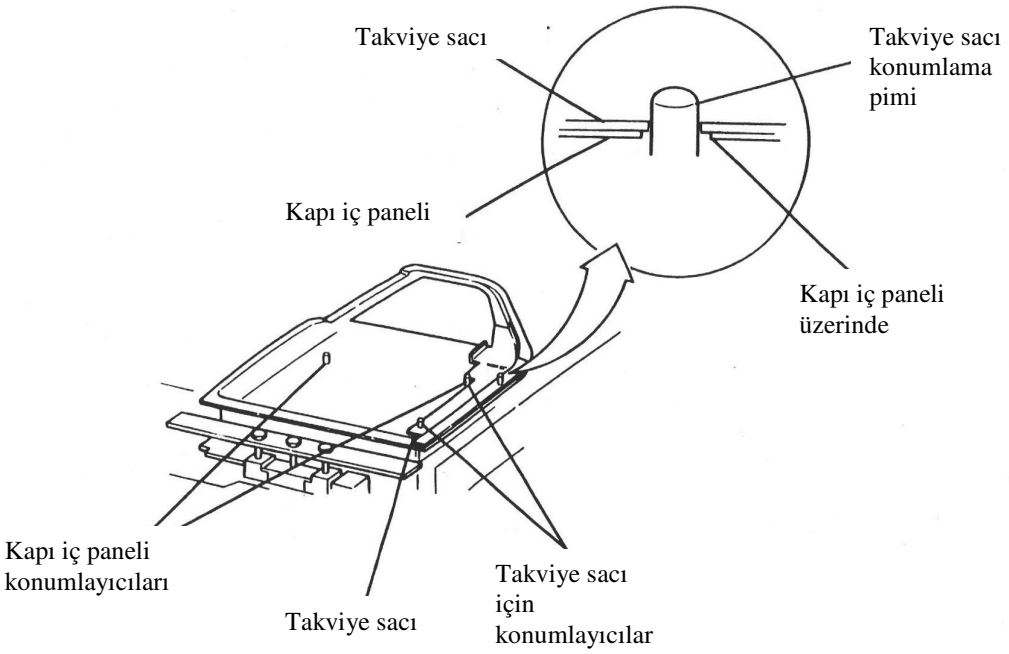


Şekil 2.15 İlave dayama konumlayıcı kullanımı

2.6.8 Boşaltma Delikleri

AC

Bu delikler imalat fikstürlerindeki kenet, pim veya ölçüm ekipmanlarına çalışma alanı açmak için ürün tasarımı esnasında ilave edilen deliklerdir. Şekil 2.16 da boşaltma deliklerinin kullanıldığı uygulama görülmektedir.



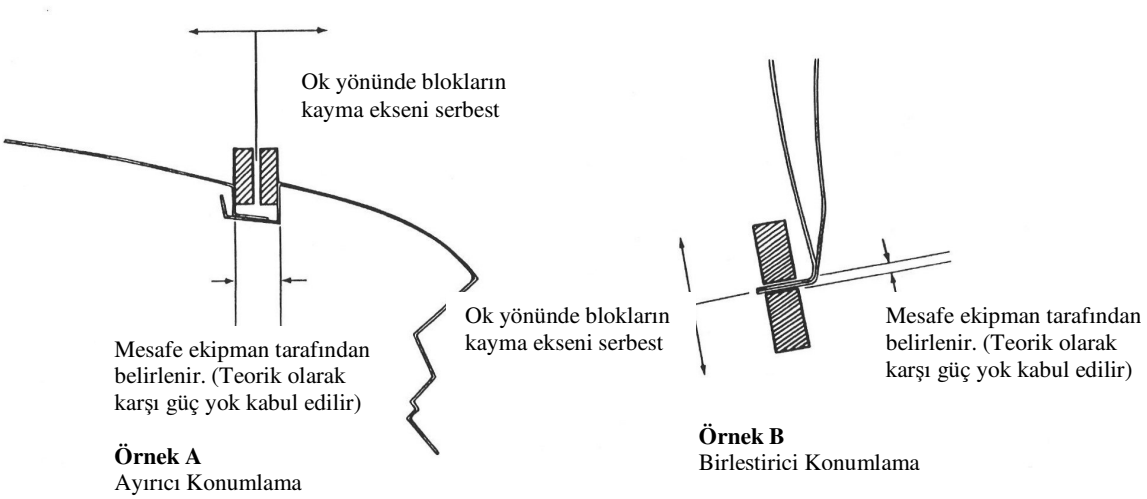
Şekil2.16 Boşaltma delikleri kullanımı

2.6.9 J Kenet

J

Genellikle parçaları birbirine çekmek veya itmek amacı ile kullanılan konumlama şeklidir. J kenetler parçayı üç boyutlu eksende nominalde konumlayamazlar. Bu tip kenetlerin arkalarında karşı reaksiyon olmaması sebebi ile parçayı itebildikleri veya çekebildikleri noktaya kadar zorlarlar. Kontrol fikstürlerinde kullanılmaları tercih edilmez. Şekil 2.17 de tavan yağmur oluğunun b-side ile tavan arasında oluşumunu

sağlayan J kenetler görülmektedir. Bu J kenetler yağmur oluğunun genişliğinin sağlanması için kullanılabilir iken, yağmur oluğunun üç boyutlu eksen takımındaki yerinin sağlanmasında kullanılamazlar.

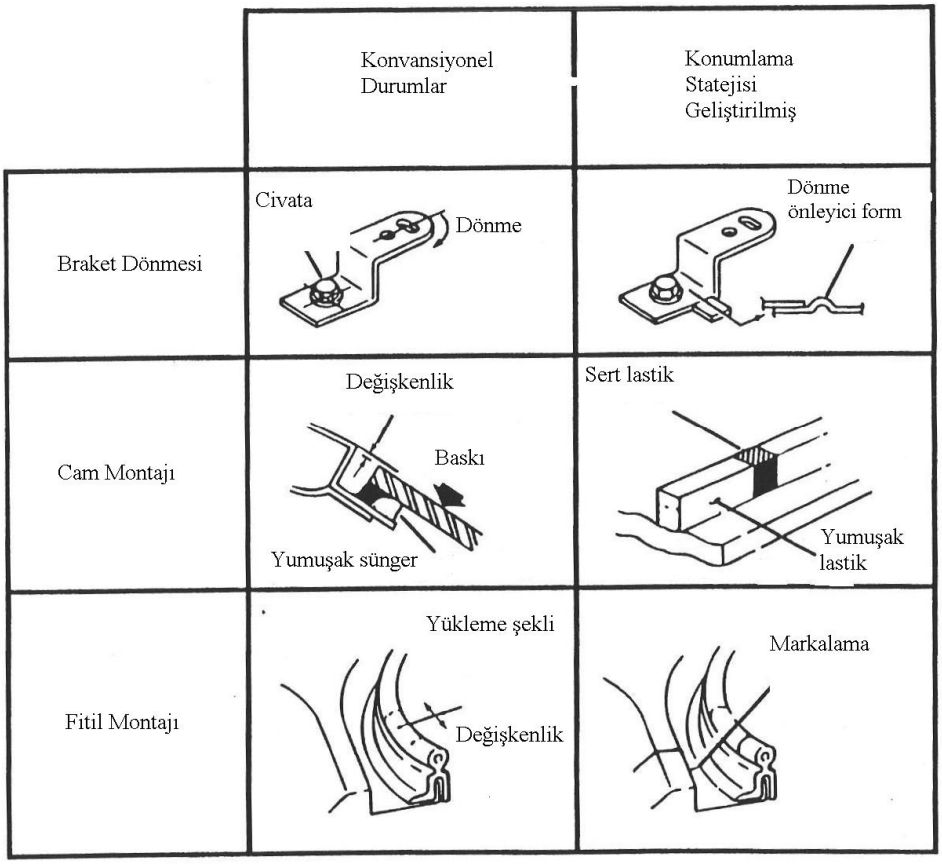


Şekil 2.17 J kenet kullanım yerleri

2.6.10 Diğer Konumlama Şekilleri

Bazı durumlarda konumlama delikleri ve yüzeyleri kullanılamaz. Bu daha çok boyutsal olarak hassasiyet gerektirmeyen veya cam gibi konumlama deliği ve yüzeyinin kullanımının imkansız olduğu durumlardır. Şekil 2.18 de bu tip konumlamalara ait 3 örnek görülmektedir.

- Braket dönmesi: Civata sıkılması esnasında oluşan tork etkisinden dolayı dönmeyi parça üzerine eklenen çıkıntı ile alınabilir.
- Cam montajı: Küçük sert sünger bloklar camın montajı esnasında istenilen boyutsal özelliklerin sağlanması sağlar.
- Kapı fitil montajı: Fitil kanalına çıkmaz boya ile yapılan bir işaret ile montaj operatörünün prosese bu noktadan başlaması sağlanır.

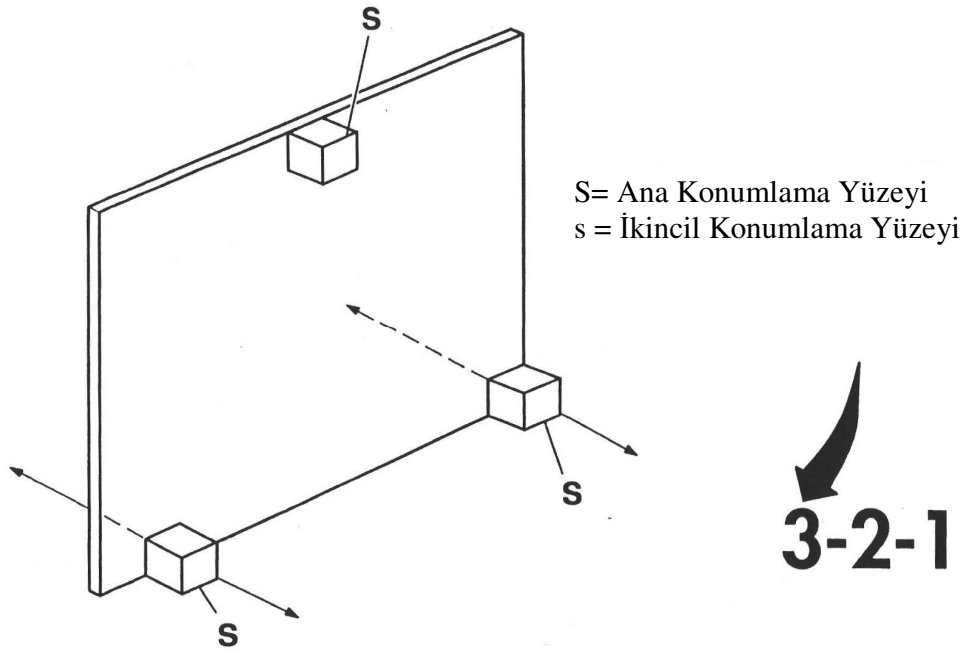


Şekil 2.18 Diğer konumlama şekilleri

2.7 3-2-1 KURALI

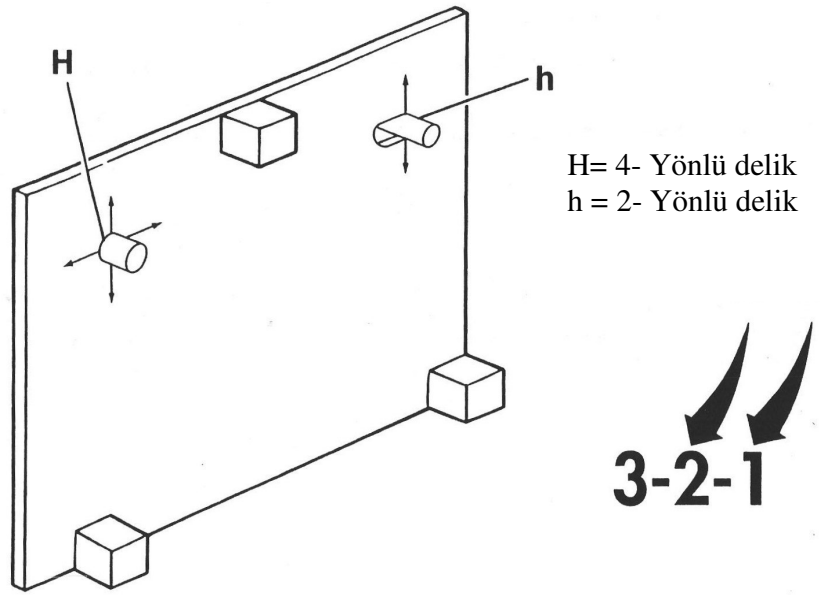
Şu ana kadar anlatılanların özeti boyutsal kontrol çalışmalarında 3-2-1 kuralı ile tanımlanabilmektedir. Bu kural;

3 Düzlemi tanımla; buradan anlaşılacağı üzere bir parça konumlama sırasında en az 3 tane düzlem noktası seçilerek parça uzayda konumlanır Şekil 2.19. Bu yüzeylerin seçiminde mümkün mertebe ikizkenar üçgen dağılımı korunmalıdır. Parça ağırlık merkezinin üçgenin merkezine mümkün mertebe yakın olması sağlanılmalıdır. Aksi durumlarda parça yüzeyler üstünde topallama diye tabir ettiğimiz sallanma hareketini yapacaktır.



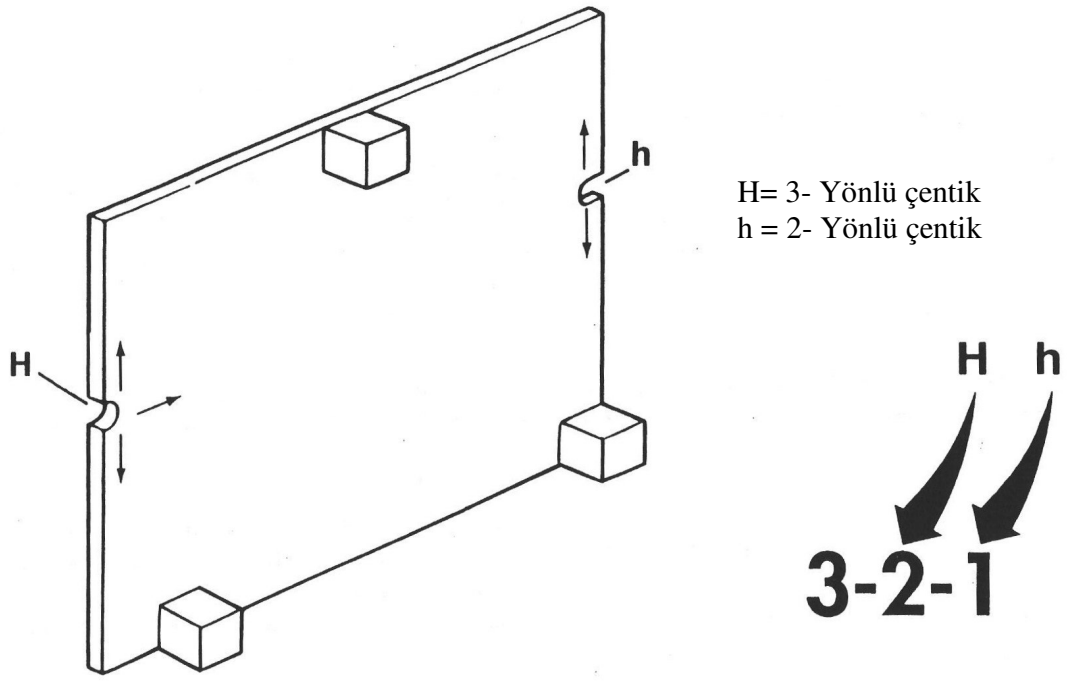
Şekil 2.19 3-2-1 Kuralı için 3

Konumlama delikleride 2 ve 1'i temsil ederler. Burada 4 yönlü konumlama pimi hareketi önlerken, 2 yönlü konumlama pimi ise rotasyonel hareketi önler. Şekil 2.20



Şekil 2.20 3-2-1 Kuralında 2 ve 1

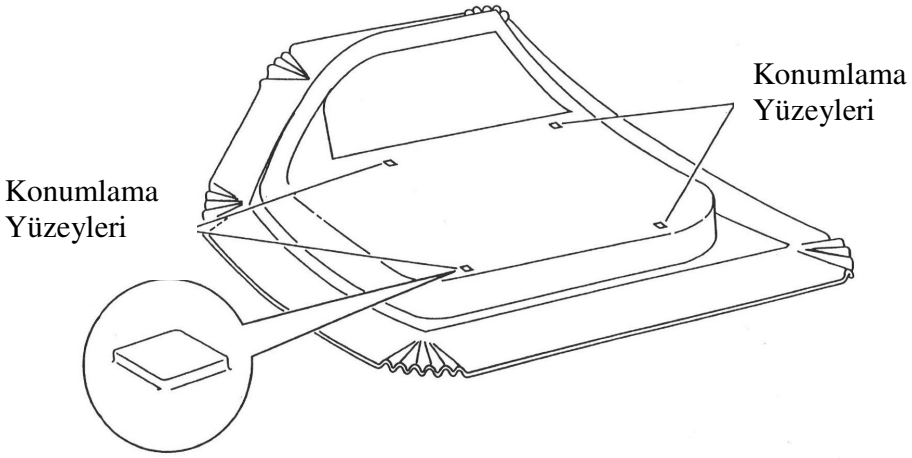
Eğer parça boyutları çok küçük veya müşteriyi görsel veya fonksiyonel (hava, toz, su kaçağı gibi) olarak rahatsız edici unsurların olduğu durumlarda 3-2-1 kuralı çentik konumlayıcılar vasıtası ile de sağlanabilir. Şekil 2.21



Şekil 2.21 Çentik konumlayıcılar ile 3-2-1 kuralı

2.8 Konumlama Delik ve Yüzeylerin Kullanım Yeri ve Şekilleri

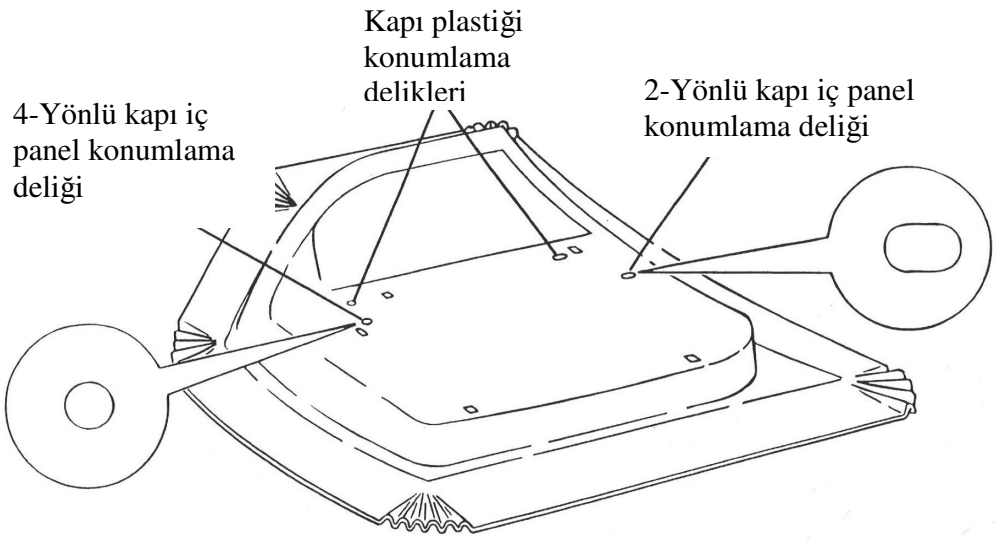
Konumlama yüzeyleri imalat sırasında ilk operasyondan gelmesi tercih edilmelidir. Bu daha çok konumlama yüzeylerinin çekme kalıbından gelmesi ile mümkündür. (Şekil 2.22) Bu sayede yüzeylerin düzgünlügü ve doğruluğu daha kolay kontrol altına alınabilir. Bu konuda ki örnekleri müşteri tarafından hassas bir nokta olan kapı komplesi üzerinde verilecektir.



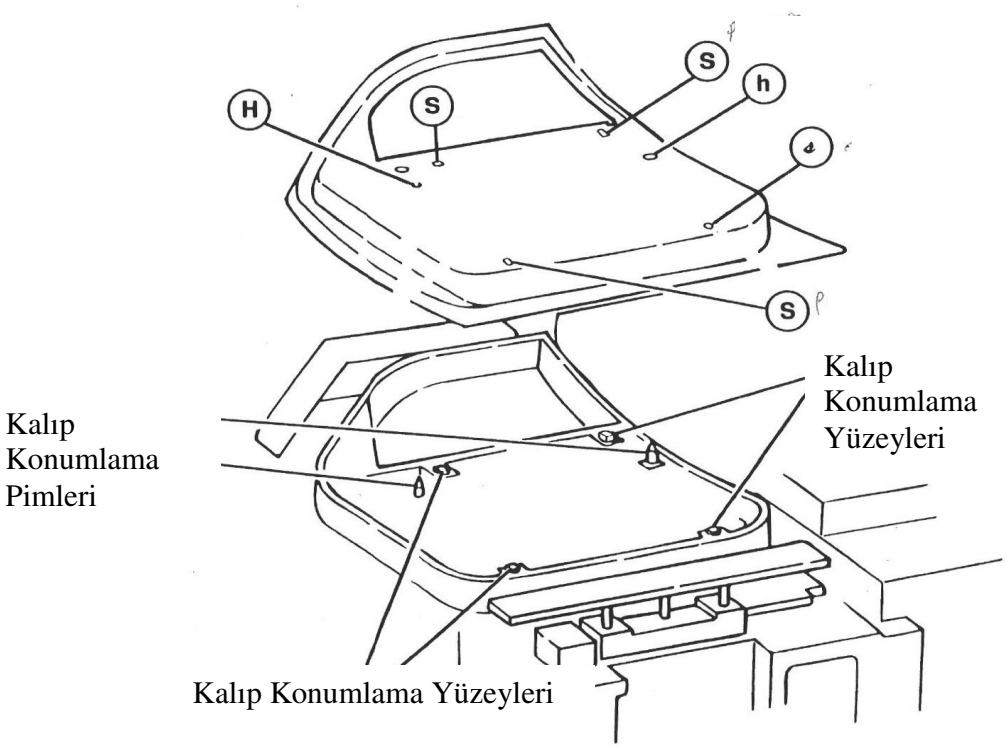
Şekil 2.22 Konumlama Yüzeylerinin Kalıpdaki Yeri

Konumlama delikleri ise ilk delme kalıbından gelmesi boyutsal olarak parçanın stabilitesi için gereklidir. Burada dikkat edilmesi gereken konu delme kalıbında parçanın formdan çok iyi bir şekilde tutulması gerektiğidir. (Şekil 2.23)

Pres operasyonlarında ilerleyen safhalarda (kesme, ütüleme, kamlı delme vs) gene ilk operasyonlarda kullanılan delik ve yüzeyler kalıp içinde referanslayıcı olarak bulunmalıdır. (Şekil 2.24)



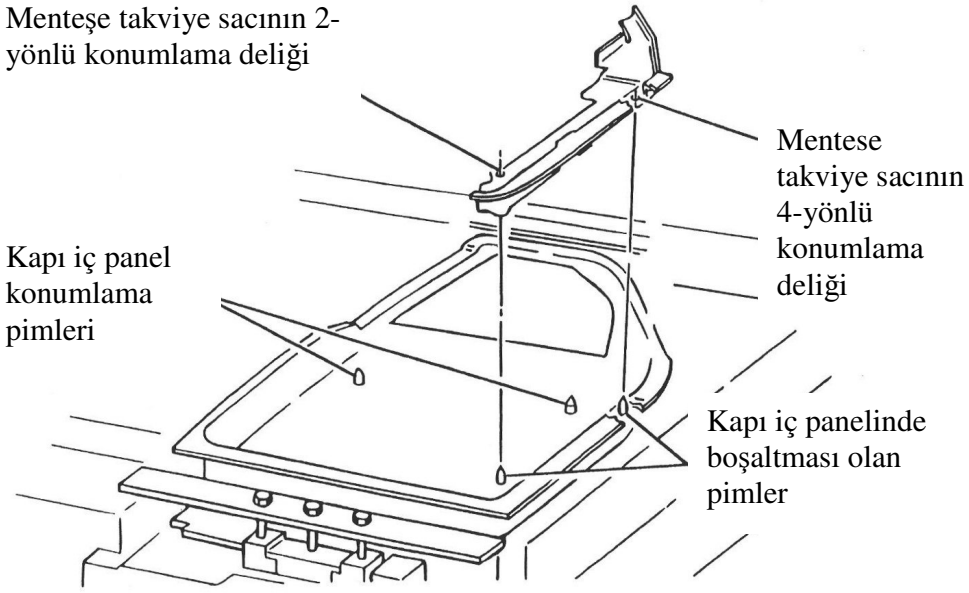
Şekil 2.23 Konumlama Delikleri



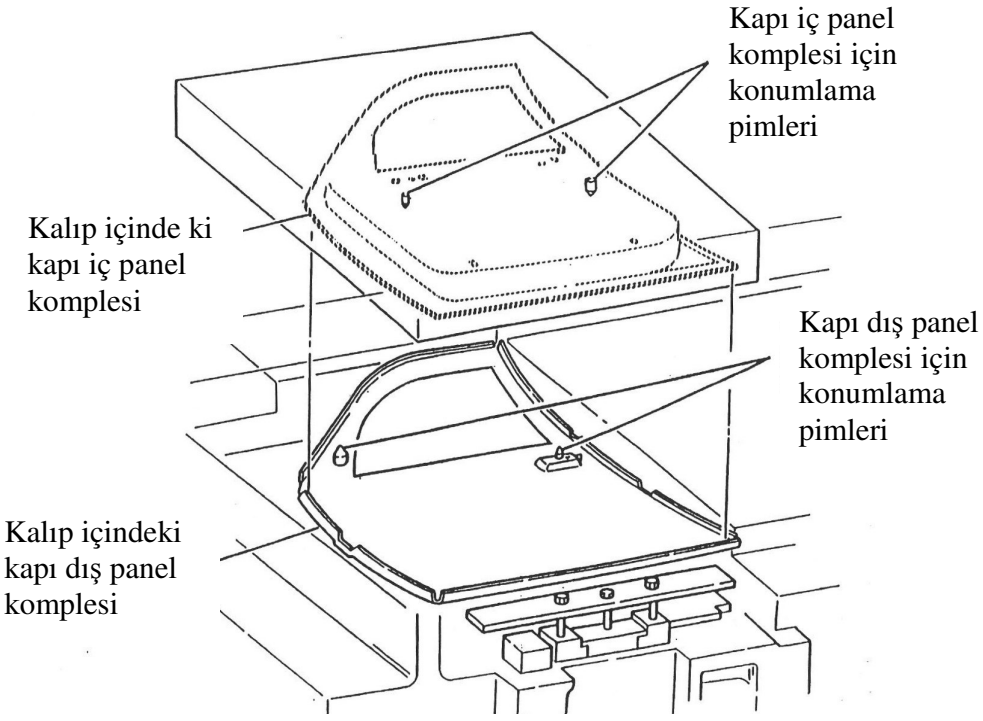
Şekil 2.24 Diğer pres operasyonlarında konumlayıcı kullanımı

Kaynak operasyonları esnasında parça birleştirmelerinde fikstürdeki pimlerin, parçanın kalıpda iken konumlandığı delikleri kullandığına dikkat edilmelidir. Bu sayede imalat toleransları dar aralıkta tutulabilir. (Şekil 2.25)

Kapı proseslerine özgü olan köşe kıvırma (clinching/ hemming) operasyonu esnasında da iç ve dış panellerin kıvırma prosesi esnasında biribirlerine göre dönme veya hareket etmelerini önlemek açısından kıvırma kalıplarında kaynak ve pres kalıplarında kullanılan konumlayıcılar bulunmalıdır. Hem iç hem de dış panellerin kalıpda pimlenmesi gerekmektedir. (Şekil 2.26) [3]

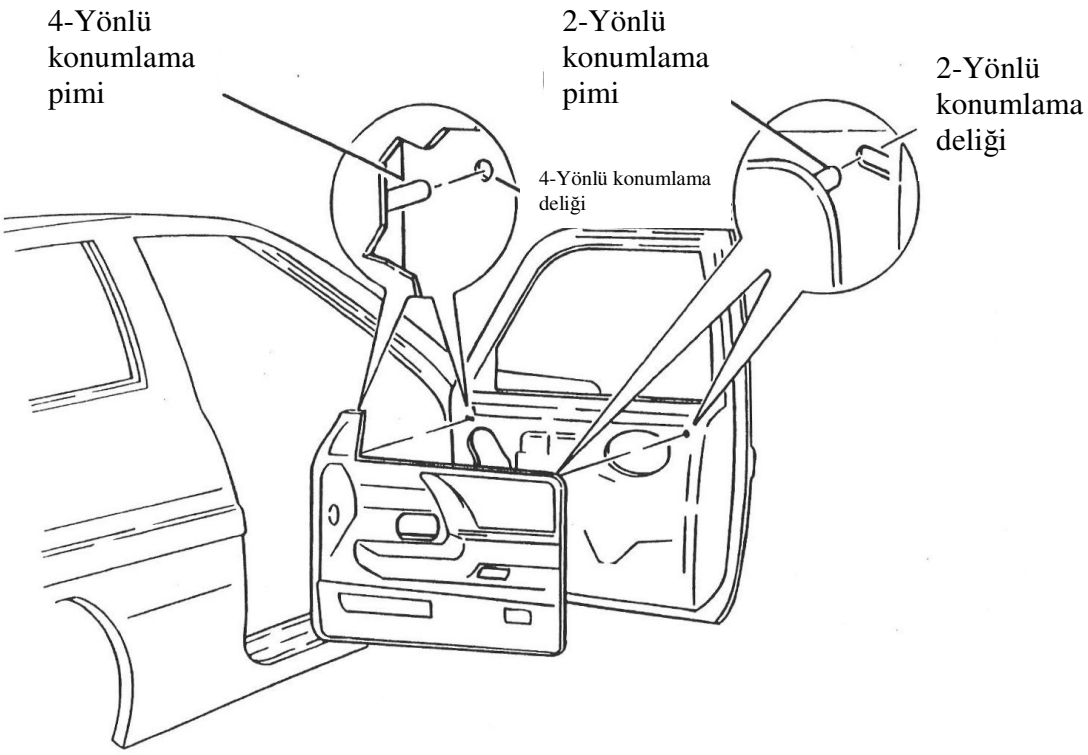


Şekil 2.25 Kaynak fikstüründe konumlama kullanım şekli



Şekil 2.26 Kıvırma kalıbında konumlama

Kapı komplesine gelen montaj plastik malzemelerinin de ana konumlama deliklerinin, pres ilk delik delme kalıbından gelmesi tercih edilir. Aynı şekilde montaj plastik parçasının da konumlama deliklerinin enjeksiyon kalıbında konumlayıcı olarak kullanılması gerekir. (Şekil 2.27)



Şekil 2.27 Montaj parçası konumlama şekli

2.9 Konumlama Pozisyonunun Seçim Kriterleri

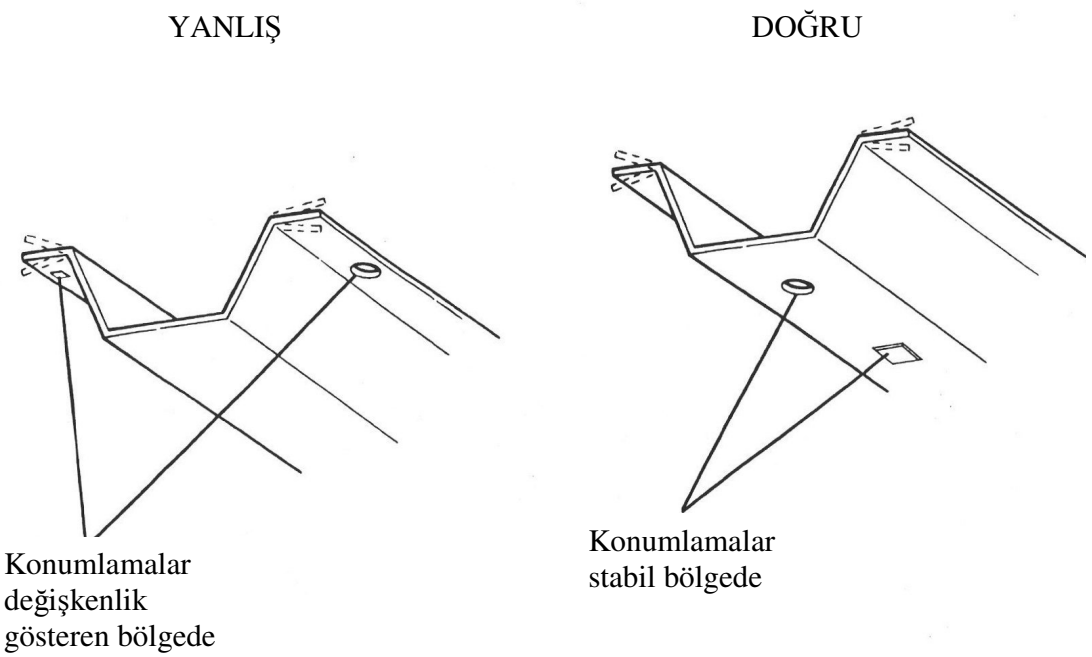
Bu kriterler seçilir iken şu iki hususa dikkat edilir,

- En az değişkenlik gösteren alan
- Tüm prosesler boyunca aynı konumlayıcının kullanılabileceği alan (3-2-1)

Bu iki kural konumlayıcının tipi ne olduğa bakılmaksızın (delik, yüzey veya kenar) işletilmelidir. Bu iki kurala göre seçilmeyen konumlayıcılar parçanın *RED* olmasına sebebiyet verir.

2.9.1 En Az Değişkenlik Gösteren Alan

Şekil 2.28 da parça değişkenlik bölgelerinin konumlamaya etkisi gösterilmiştir.



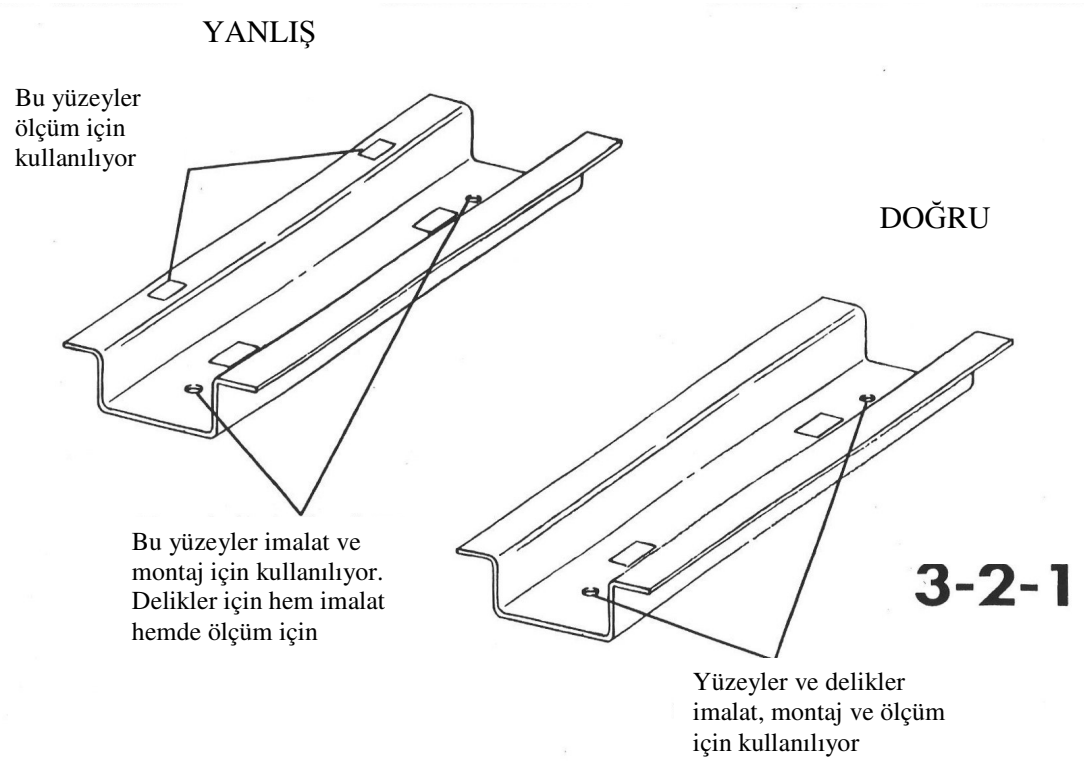
Şekil 2.28 En az değişim gösteren alanın seçimi

Doğru örnekte konumlayıcılar dizayn koordinatlarında kalmaktadırlar, yanlış örnekte ise flanşda ki değişkenlikler konumlayıcıları etkilemektedir.

2.9.2 Tüm Proseslerde Aynı Konunmlayıcı

Aynı konumlayıcılar imalat, montaj ve ölçme boyunca aynı olmalıdır. Şekil 2.29 da bu kuralın iyi ve kötü uygulamaları görülmektedir.

Yanlış örnek de ölçüm esnasında referans olarak başka yüzeyler kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak da birleştirme esnasında kullanılan yüzey ile ölçüm esnasında kullanılan yüzey arasındaki değişkenlik kadar ölçüm de hata olacaktır. Doğru örnek de ise kaynak fikstürü, montaj ve ölçümde aynı referanslar kullanılmaktadır.



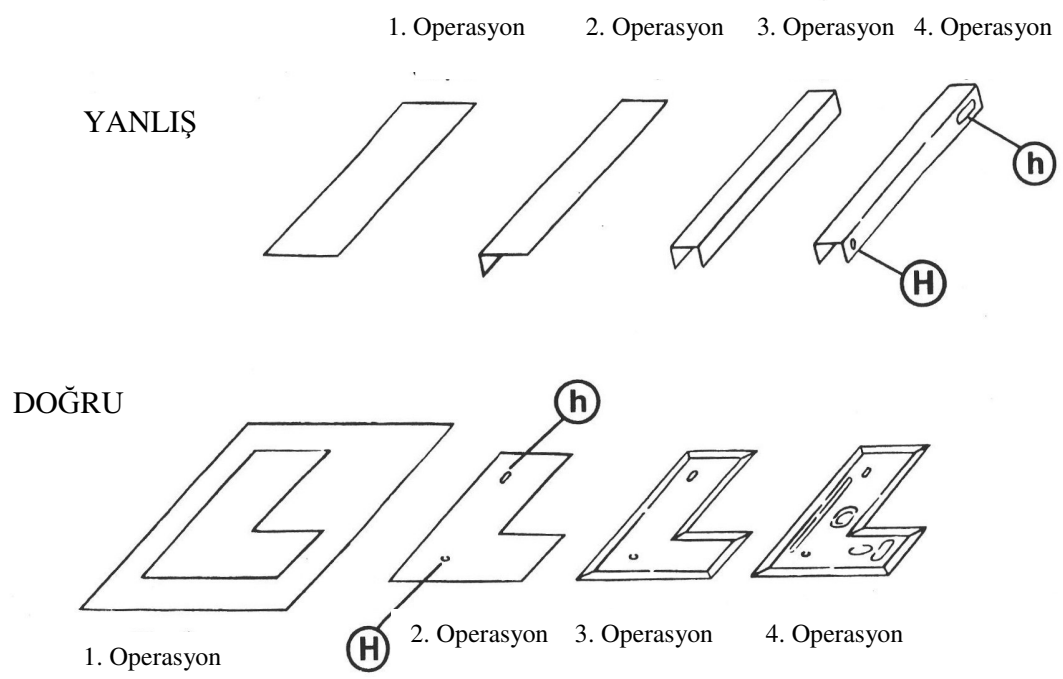
Şekil 2.29 Tüm proseslerde aynı konumlayıcıların kullanılması

2.10 Konumlayıcıların Parça Üzerinde Seçim Kriterleri

1. Prosesin en erken safhasında tanımlanmalıdır.
2. Parça transferinden etkilenmemelidir.
3. Rijit ve sağlam bölgelerde tanımlanmalıdırlar.
4. Parça düzleminde dik olmalıdır.
5. Ekipman tasarımında basitliğe imkan sağlamalıdır.
6. Tüm prosesler boyunca aynı yönde olmalıdır.
7. İzin verilen yönde değişkenliğe sebeb olmalıdır.

2.10.1 Prosesin En Erken Safhasında Tanımlama

Bir konumlayıcı imalat proseslerinin erken safhasında tanımlanması halinde bu konumlayıcı diğer prosesler boyunca ortak referans oluşturur. Şekil 2.30 de doğru ve yanlış uygulamaya örnek verilmiştir.

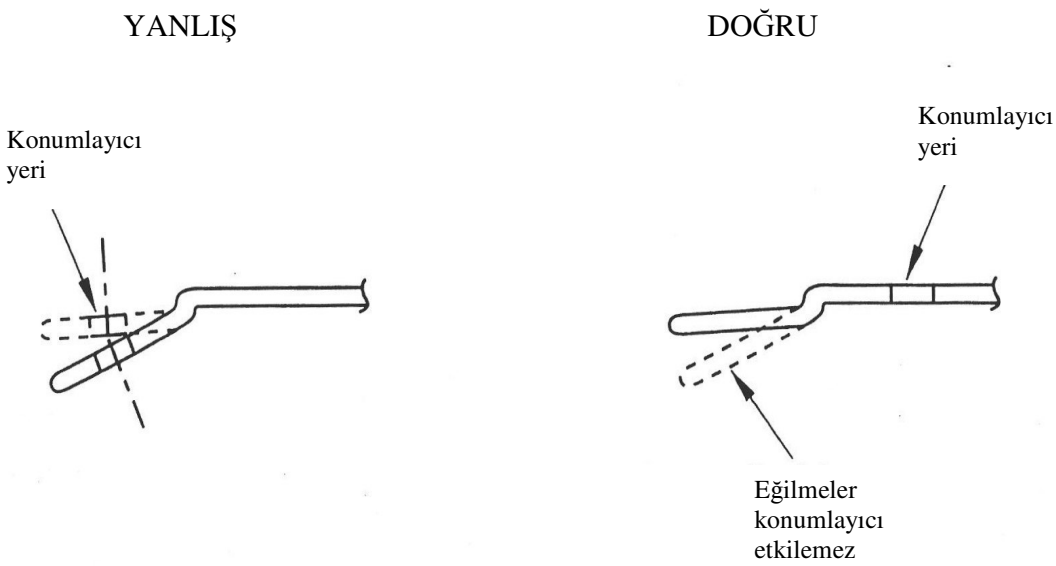


Şekil 2.30 Erken safhada konumlayıcı kullanılması

Yanlış uygulamada konumlama delikleri prosesin sonunda tanımlanmıştır. Bu nedenle ilk iki form verme proseslerinde parça değişkenlikleri kontrol edilememektedir. Doğru uygulamada ise konumlama delikleri ilk pres prosesinden gelerek mütakip proseslerde süreklilik kazandırılmıştır.

2.10.2 Parça Transferi Etkisi

Konumlamalar parça transferleri esnasında şekil değiştirebilecek yüzeylerde olmamalıdır. (Şekil 2.31)



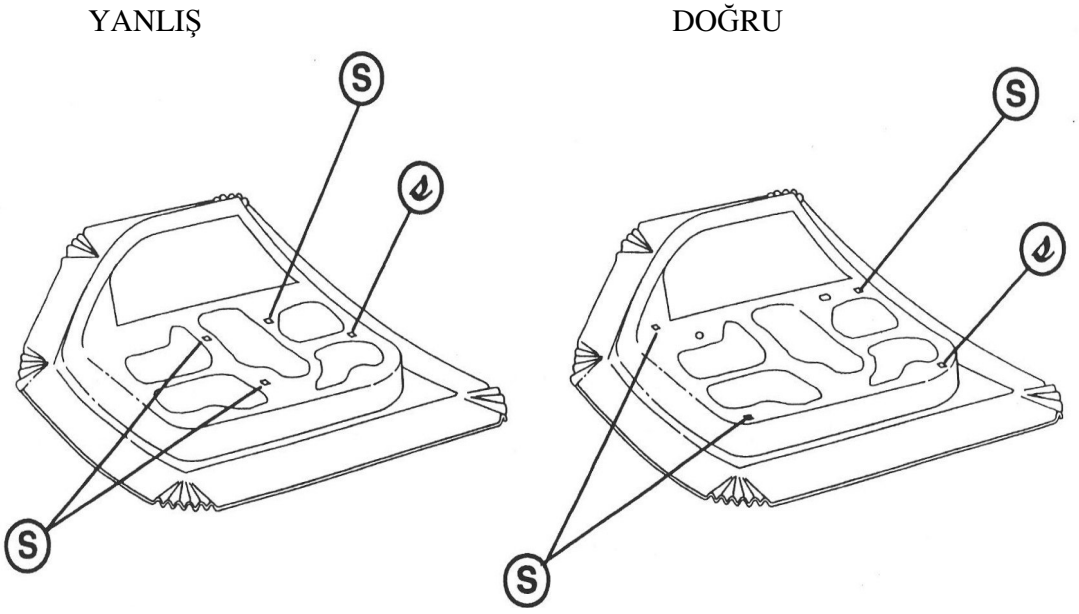
Şekil 2.31 Parça transferinin konumlayıcıya etkisi

Yanlış uygulamada konumlayıcılar transfer esnasında değişkenlik gösteren yüzeylerde olması sebebi ile bitmiş üründe tolerans birikmesine sebep olur. Doğru uygulamada ise transfer etkisi yoktur.

2.10.3 Rijit ve Sağlam Bölgeler

Parça konumlama rijitliğini artırmak için konumlama deliklerinin ve yüzeylerinin birbirine olan mesafeleri toplam parça boyunun %80 ninden az olmaması hedeflenir. Şekil 2.32 de bu tip bir uygulama görülmektedir.

Özellikle büyük parçalarda (taban sacı, tavan, kapı gb.) birbirine çok yakın konumlamaların parça hareketini engelleyemeyeceği unutulmamalıdır. Çok küçük parçalarda tasarım kısıtları var ise %80 kuralı esnetilebilir. Ancak bunda tüm ekibin fikir birliğinde olması gerekir.



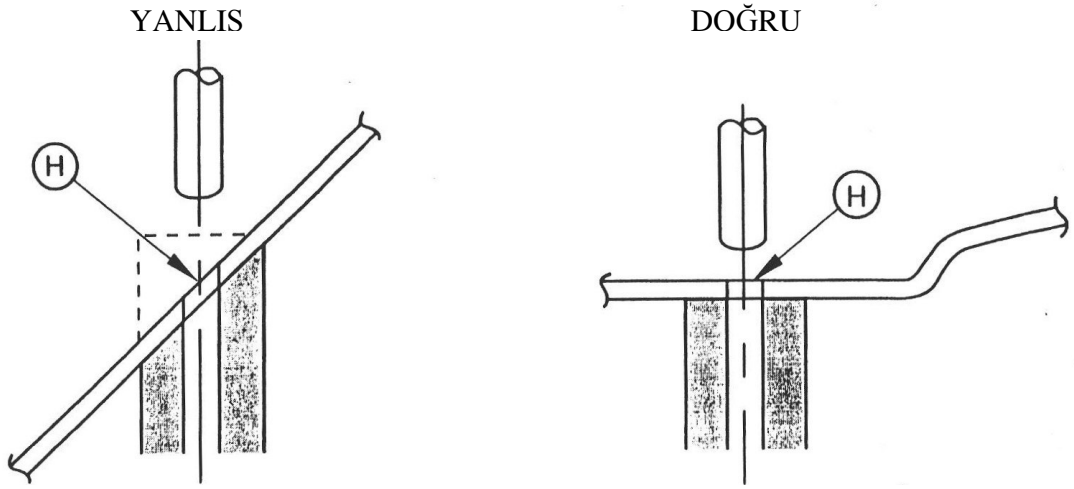
Şekil 2.32 Minumum %80 kuralı

Yanlış uygulamada yüzeyler birbirlerine çok yakınlar (%50 den bile az) ayrıca parçanın esnek olan orta bölgelerinde konumlandırılmışlar. Doğru uygulamada ise bölgeler birbirinden uzak ve köşelere yakın konumlandırılmaları sebebi ile daha rijit bir yüzeyde bulunmaktalar.

2.10.4 Parça düzlemine dik olma

Konumlama ve kalıp ekipmanlarının standart olması için mümkün mertebe konumlama yüzey ve delikleri açılı olmayan yüzeylerde bulunmalıdır. Şekil 2.33

Yanlış uygulamada konumlama pimi yüzey ile 90 derece açı yapmamaktadır. Bu parça konumlamasında olası kaymalara ve aynı zamanda standart olmayan oval pim kullanılmasına sebebiyet verir. Doğru uygulamada ise konumlama deliği düz yüzeye alınmış ve bu problem ortadan kaldırılmıştır (Eğer tasarımda eğimli yüzeyde delik olmak zorunda ise fikstür piminin parçaya dik olacak şekilde tasarlanması boyutsal yeteneği artıracaktır).

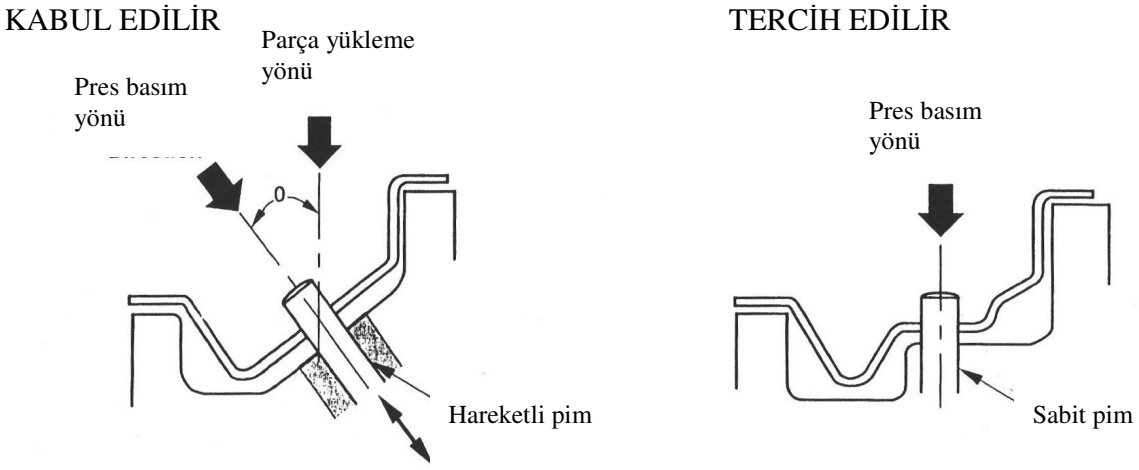


Şekil 2.33 Konumlama parça düzlemine dik olması

2.10.5 Basit Ekipman Tasarıma İzin Verme

Parça tasarımında uygulanacak dikkatli konumlayıcı alanı seçimi sayesinde verimlilik artışı ve değişkenliğin azaltılması mümkündür. Şekil 2.34

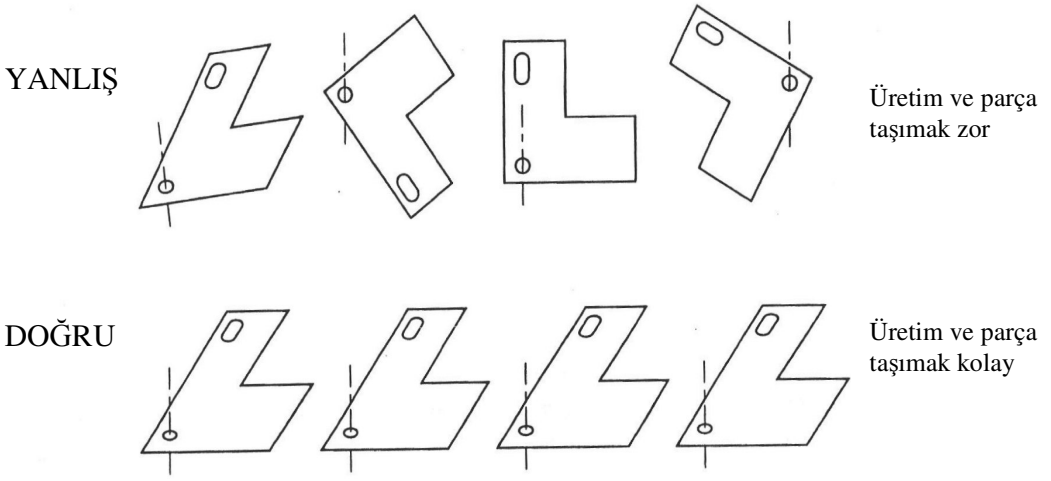
İlk uygulamada parça yükleme ve boşlatması için fikstür ve pres pimin hareketli olması gerekmektedir. Ancak ikinci uygulamada ise bu handikap ortadan kaldırılmıştır. Sabit pimler sağlamlık ve tekrarlanabilirlik açısından hareketli pimlerden daha iyidirler. Aynı zamanda fiyat avantajı nedeni ile tercih edilirler.



Şekil 2. 34 Basit ekipman tasarımına konumlayıcı etkisi

2.10.6 Tüm Proseslerde Aynı Yön Seçimi

Konumlayıcıların kullanımı esnasında hep aynı yönde olması özellikle parça taşımayı kolaylaştırıcı yönde etki yapar. Ayrıca bu tip parça konumlamalarının yönünün devamlı değişmesi prosesin çevrim süresinin artmasına da sebeb olabilir. Şekil 2.35



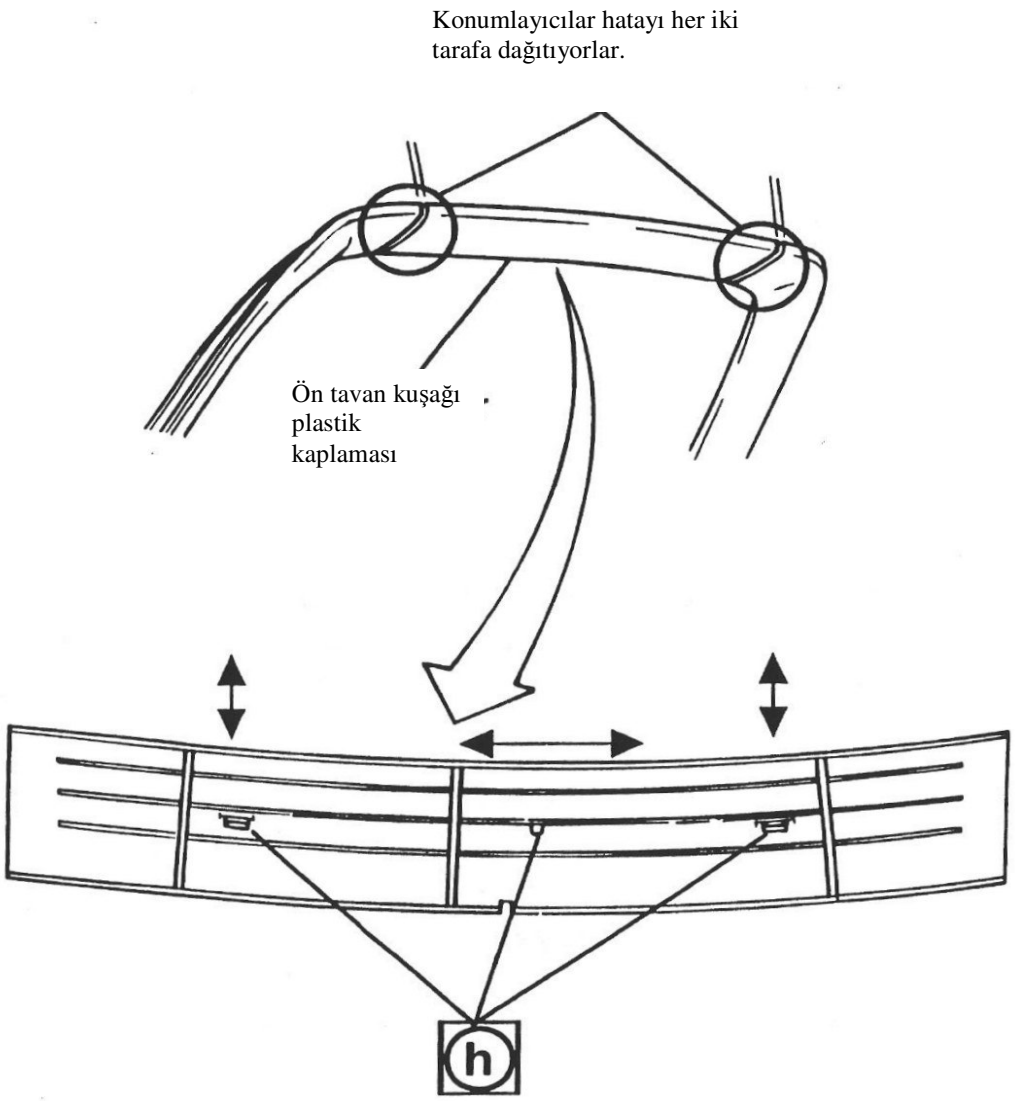
Şekil 2.35 Proseslerde aynı yön seçimi

2.10.7 İzin Verilen Yönde Değişkenlik Yaratmalıdır

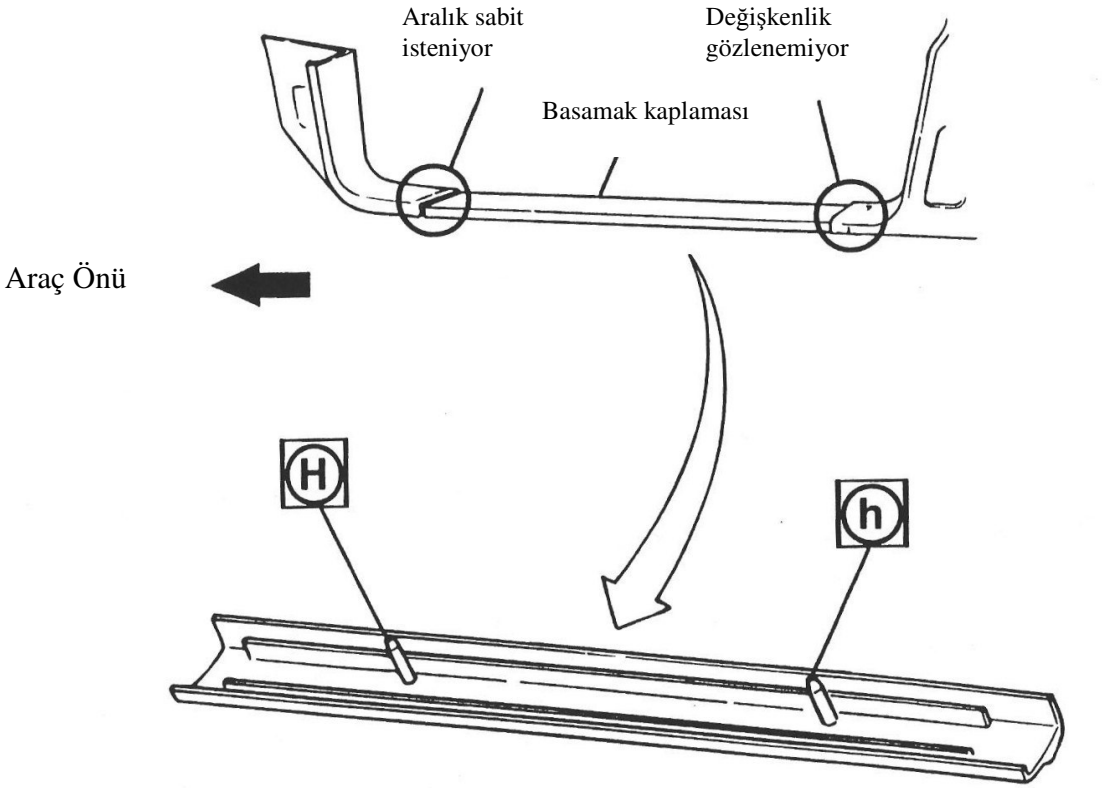
Boyutsal kontrol kavramının altında yatan gerçek, istenilen müşteri ve mühendislik beklentilerinin yakalanmasıdır. Bu sebeble Şekil 2.36 ve Şekil 2. 37 de yapılan iki uygulama görülmektedir.

İlk örnekte ön kuşağın iki tarafında da görünür aralık istenilmesi sebebi ile tavan kuşağı plastiğinin üzerinde üç adet ikincil konumlama pimi kullanılmıştır. Merkezdeki plastiğin sağ-sol konumunu iki taraftaki pimler ise rotasyonel konumlamayı sağlamaktadırlar.

İkinci örnekde ise kapı basamak plastiğinin ön tarafta sabit bir aralık bırakması arka tarafta ise B-post un altına gizlenmesi nedeni ile bir aralık beklentisi yoktur. Müşterinin ön taraftaki aralığı paralel ve sabit görebilmesi için kapı plastiğinin dört yönlü (H) konumlayıcısı A-post tarafına konulmuş, B-post tarafında ise iki yönlü konumlayıcı (h) kullanılmıştır.



Şekil 2. 36 Konumlayıcıların hatayı istenilen şekilde dağıtması



Şekil 2.37 Konumlayıcıların hatayı istenilen yerde gizlemesi

2.11 Konumlayıcı Kullanımlarının Tanımlanması

Şekil 2.38 de bir kapı plastiğinin üzerinde tanımlanmış konumlayıcıların nerelerde kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Daire içine alınmış olan harf daha önce belirtildiği gibi konumlayıcının tipini gösterir.Yatay çizginin üstündeki harfler konumlayıcının parçayı araç ekseninde hangi yönde tuttuğunu ,'X' ,'Y' veya ,'Z' belirtir. Yatay çizginin altındaki harfler ise konumlayıcının nasıl kullanılacağını belirtir. Aşağıda sıkca kullanılan sembollerin açıklamaları vardır.

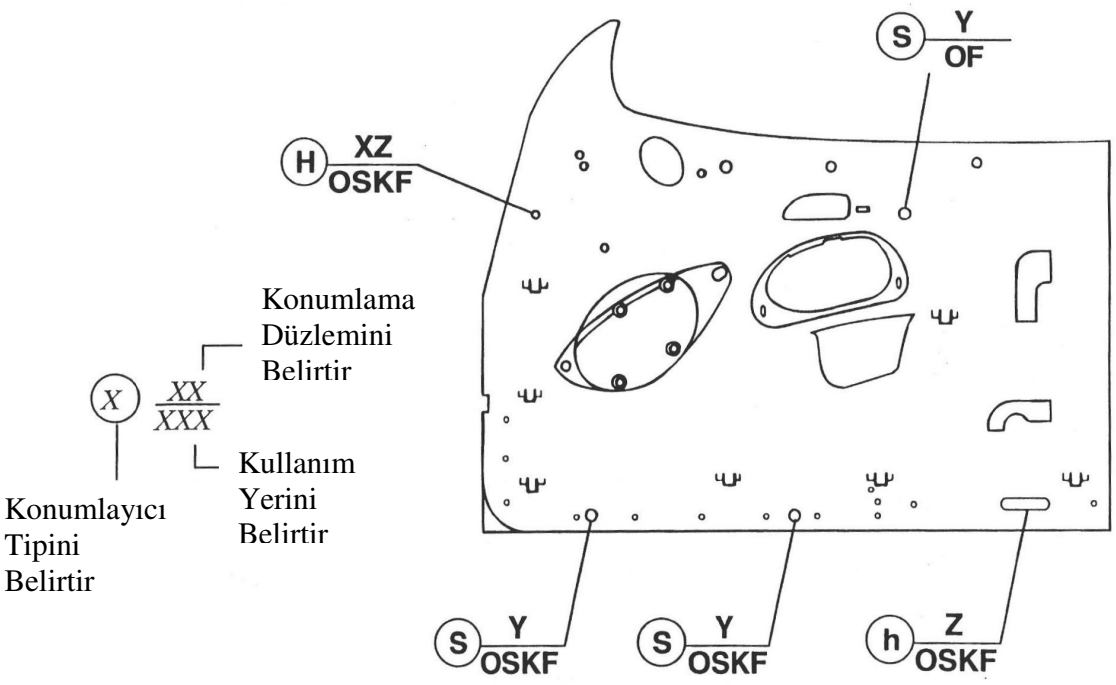
O Sac veya plastik kalıbı ve kontrol fikstürleri (tekil parça için)

S Kaynak veya montajda kullanılan ara kompleler için

K Ara komple kontrol fikstüründe ara kompleyi konumlamada kullanılır

C Boya öncesi komple fikstürlerinde kullanılır

F Boya sonrası kullanılanlar



Şekil 2.38 Konumlayıcıların tanımlanması

2.12 Ölçüm Noktaları

Ölçüm noktalarının seçimi ve kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar;

1. Tüm parça, ara komple ve bitmiş komplelerin boyu tsal olarak doğru olduğunun tespiti.
2. Tüm seçilen noktalar uyum, görüntü ve fonksiyonel olarak önemli olmalı
3. *5 Seviye* çalışması yapılmalıdır.

2.12.1 *5 Seviye* Çalışması

5 seviye parça ölçüm seviyelerinin kalıp kabul anından seri imalata kadar geçen süreçte belirli oranlarda azaltılması ile daha verimli, boyutsal doğruluğu kontrol altında tutulan parça ve ara kompleler oluşturulmasına imkan verir. [1-3]

2.12.1.1 Seviye 1 Ekipman Kabulü

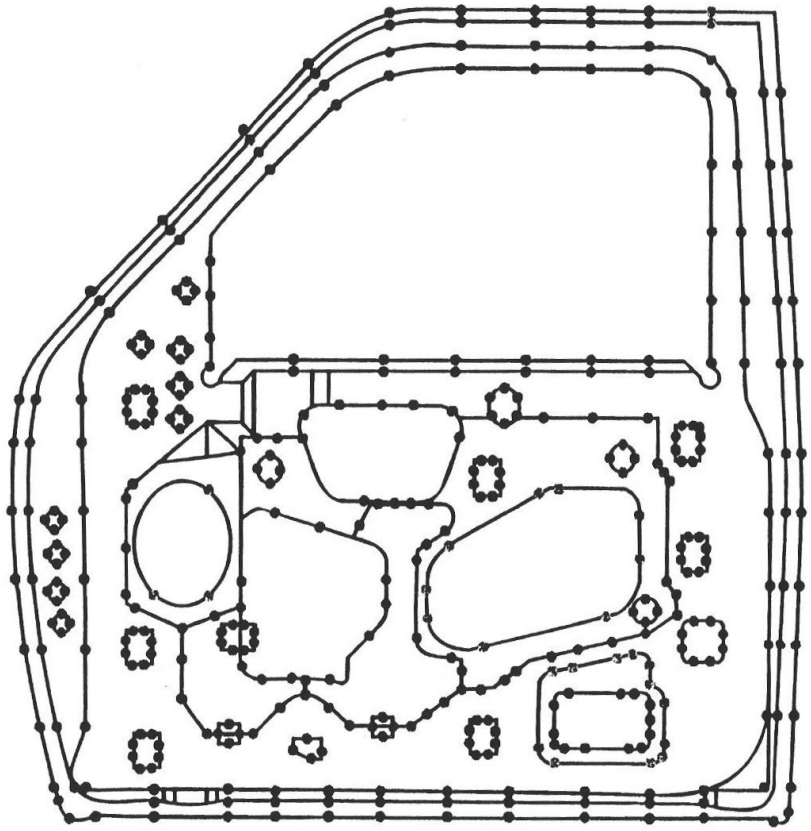
Bu noktaların seçimi esnasında

- Tüm sistemin kontrol etmesini sağlayacak maksimum oranda nokta içermeli
- Her parçada bu noktalar ölçülebilmeli
- İmalatcı tarafından ekipman kabulü için kullanılabilmesi gereklidir.

Tüm bu noktalar ekipmanın müşterisi tarafından belirlenir.

Şekil 2.39 da kapı iç paneli için Seviye1 ölçüm noktalaı belirtilmiştir. Bu noktaların hepsi mühendislik spekleri içinde olması gerekir ancak bu şartlar altında ekipmanın kabulü mümkün olmakla beraber bu noktaların yetenek çalışmaları kısa dönem olarak yapılmaktadır. Uzun dönem yetenek çalışmaları için seviye4 gereklidir. Seviye1 seçimi esnasında ekipman imalatcısı ile beraber çalışmak sureti ile özel tolerans ve değişkenliğe karşı hassas olan bölgelerin önceden tanımlanması bu sayede gerekli ekipman veya tasarım değişikliklerinin zamanında yapılması sağlanmalıdır.

Aksi belirtilmedikce Seviye1 parçaların ölçümünde kabul edilen tolerans bandı;
Konumlama delikleri için: +/- 0.25 mm
Form yüzeyleri için : +/- 0.70 mm
Trim flanşları için : +/- 1.50 mm dir.
Bunun yanında ağırlık veya operatör erişimini rahatlatmak için parça üzerine konulmuş boşaltmalar için ise +/- 3.00 mm alınabilir.
Ölçüm alınan noktalardaki genel kesme çapak toleransları ve yüzey ondülasyonları ise 0.1mm den az olması gerekir.



Şekil 2.39 Seviye1 ölçüm noktaları

2.12.1.2 Seviye 2 Ürün Kabulü

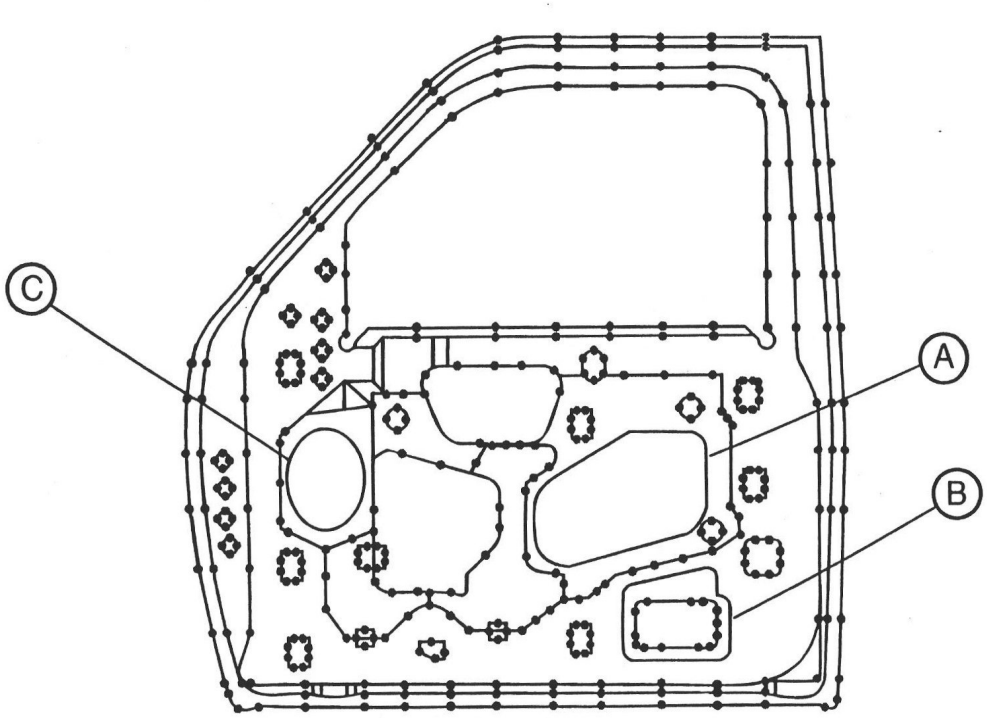
Bu noktaların seçimi esnasında

- Seviye1 noktalarından daha az olmalı.
- Önemli noktaların (SC) takip edilebilmesine imkan vermeli.
- Ürünün, müşteri ve mühendislik beklentilerini sağlayabilmesi için gerekli özellikleri içinde bulundurmalıdır.

Seviye2 de ölçülmesi gerekli olmayan noktalara örnek olarak

- Boşaltma delikleri
- Takviye kaburgaları

Şekil 2.40 da A,B ve C ile gösterilen yerlerin ölçülmesine gerek yoktur.



Şekil 2. 40 Seviye2 ölçüm noktaları

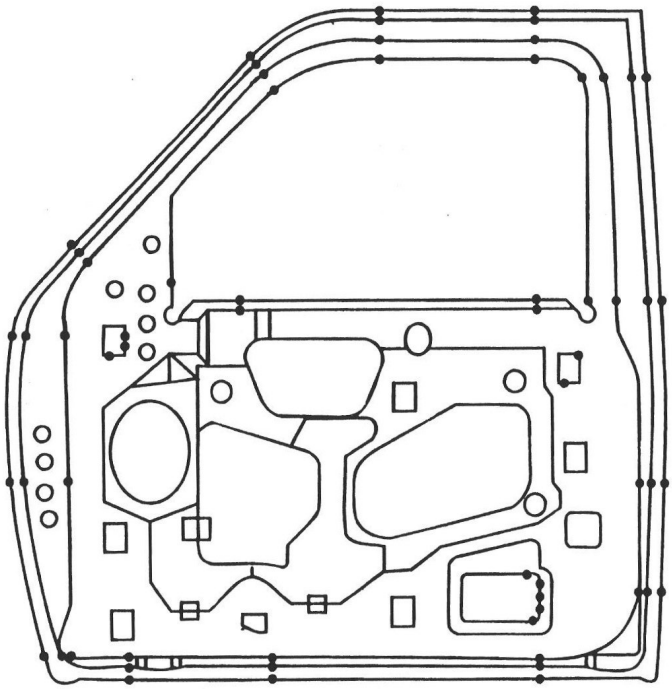
2.12.1.3 Seviye 3 Ürün Doğrulama

Bu noktaların seçimi esnasında,

- Seviye 2 den daha az olmalıdır
- Tüm Seviye3 noktaları SC noktaları ile bağlantılı olmalıdır.
- Seri imalat öncesi problem çözmede etkin olmalıdır.

Şekil 2.41 de seviye3 ölçüm noktaları belirtilmiştir.

Bu noktalar seri imalat öncesi deneme üretimleri esnasında spek değerlerine getirilmesi gereklidir. Bu çalışmanın uzaması halinde ise aracın seri imalatı esnasında müşteriyi rahatsız edecek hataları üzerinde bulundurmasına neden olabilir.



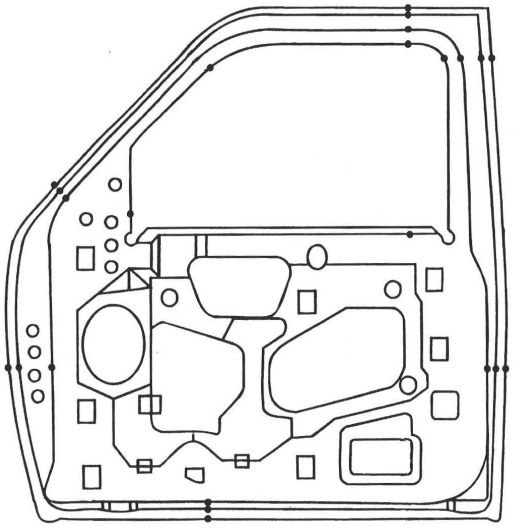
Şekil 2.41 Seviye3 ölçüm noktaları

2.12.1.4 Seviye 4 Proses Doğrulama

Bu noktaların seçimi esnasında,

- Seviye3 noktalarından daha azdır.
- İmalat prosesini kontrol edebilecek en az seviyede tutulmalıdır.
- Seviye4 noktad ir değişkenlik veya nominal sapmaları tespiti halinde imalat ekibi seviye3 mertebesine geri dönmeli ve olası montaj proseslerindeki problemler için montajı uyarmalıdır.

Şekil 2.42 de seviye 4 ölçüm noktaları gösterilmiştir.



Şekil 2.42 Seviye4 ölçüm noktaları

2.12.1.5 Seviye 5

Bu noktaların seçimi esnasında,

- Parça üzerindeki belirgin özellikler olmalıdır, temel noktalar olmamalıdır
- Seviye4 de kontrollü ve doğru bir imalat yapılması halinde mümkündür.
- İmalat esnasında ölçülebilir ve değerlendirilebilir kolaylıkda olmalıdır.
- Basit el aletleri (derinlik ölçer, geçer-geçmez mastar, kumpas, çelik cetvel, komperatör vs.) ile ölçü alınabilmelidir.

Seviye5 noktalar daha çok operatör tarafından ölçülmeli ve herhangi bir spek dışı nokta yakalandığında imalatın durdurulması sağlanmalıdır. Seviye5 deki asıl amaç budur, bu sayede sistemin alınan dataların analizi boyunca beklemesi engellenmiş olunur.

2.13 Zımba Açısı

Bu konu pres deliklerinin herhangi birinin fikstürde konumlama deliği olarak kullanıldığı hallerde önem arz eder. Zımba açısının konumlamada ki etkisini incelerken fikstür piminin araç ekseninde (square to body grid) olduğu ve zımbanında pimden farklı bir açıda olduğu hallerde özel tablolardan yararlanılır. [7]

Bu tabloları kullanabilmek için gerekli olan;

- Gövde eksenine göre olan zımba açısı
- Gövde eksenine olan parça açısı
- Malzeme kalınlığı
- Zımba çapı

Şekil 2.43 de zımba açısı bir örnek ile belirtilmiştir.

A Parça kalınlığı (mm) = 1.10

B Zımba çapı (mm) = 16.00

D= Deliğin araç eksenindeki çapı

G= Delik merkezinin yer değişim miktarı

E= Yüzeyin, araç ekseni ile yaptığı açı

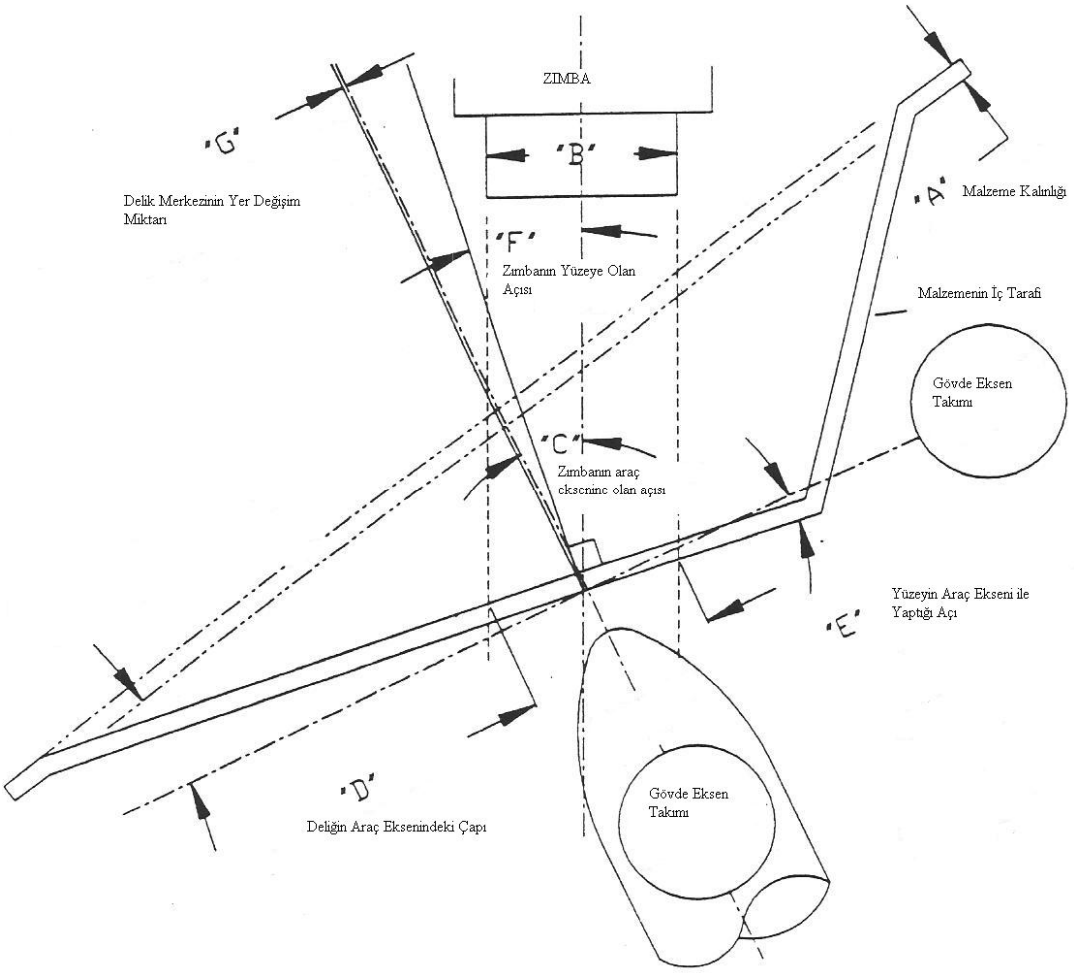
C= Zımbanın araç eksenine olan açısı

F= Zımbanın yüzeye olan açısı

2.13.1 Malzeme Kalınlığı (A)

- Malzeme kalınlığı tablo ve formüllerde bir girdi olarak kullanılır.
- Tablolar malzeme kalınlığına göre gruplanırlar.

Not: Eğer malzeme kalınlığı çeşitli nedenler ile değiştirilir ise araç koordinatında delinmeyen konumlama deliklerinin şekli ve çapı değişir. Tüm boyutsal kontrol ekibi bu konuya dikkat etmelidir. Her malzeme kalınlığı değişikliği sonrası bu tablolardan tekrar delik çapı ve şekli incelenmelidir.



Şekil 2.43 Zımba açısı [7]

2.13.2 Zımba Çapı (B)

- Zımba çapı tablo ve formüllerde bir girdi olarak kullanılır.
- Zımba çapı genelde araç ekseninden bakıldığındaki delik çapı ve şekli için optimize edilir.

2.13.3 Zımbanın Araç Eksenine Olan Açısı (C)

- Zımba açısı tablo ve formüllerde girdi olarak kullanılır.
- Zımba araç eksenine olan açısını genel olarak ürün dizaynı ve kalıp prosesi belirler.

- Zımbanın araç eksenine olan açısı, Araç Eksenine Göre Kalıp Yatırma Açısı olarak da geçer. Bu durum kamlı olarak delik delme sözkonusu olduğunda geçerli değildir.

2.13.4 Deliğin Araç Eksenindeki Çapı (D)

- Deliğin araç eksenindeki çapı tablo ve formüllerin bir çıktısıdır.
- Bu ölçü fikstür dizaynı esnasında eğer konumlama pimi araç ekseninde ise konumlama piminin teorikdekinden farklı olmasına neden olur.
- Bu şekilde delinen bir delik zımba ile aynı açı haricinde asla tam olarak yuvarlak bir delik eğildir.

2.13.5 Yüzeyin Araç Ekseni İle Yaptığı Açı (E)

- Yüzeyin araç ekseni ile yaptığı açı tablo ve formüllerin bir çıktısıdır.
- Mümkün mertebe bu açının 0 olması tercih edilir.

2.13.6 Zımbanın Yüzeye Olan Açısı (F)

- Zımbanın yüzeye olan açısı tablo ve formüllerin bir çıktısıdır.
- Bu açı mutlaka Kalıp Proses Tasarımcısı tarafından analiz edilmelidir.

2.13.7 Delik Merkezinin Yer Değişim Miktarı (G)

- Delik merkezinin yer değişim miktarı tablo ve formüllerin bir çıktısıdır.
- Malzeme kalınlığına göre büyük fark gösterir.
- Kalıp tasarımı esnasında bu değişim hesaplanarak buna göre kalıp imalatı gerçekleştirilmelidir.

Tablo 2.1 de örnek bir uygulama gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Zımba Açısı Seçim Parametreleri [7]

Parça Kalınlığı (mm): A=1.10 D: Deliğin Araç Eksenindeki Çapı
Zımba Çapı (mm): B=16.00 F: Zımbanın Yüzeye Olan Açısı G: Merkez Yerdeğiştirme Miktarı

C= Zımba Açısı (derece)	E= Yüzeyin Araç Ekseni ile Yaptığı Açı																
	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	F 8 D 16.02 G 0.01	7 16.01 0.01	6 16.01 0.01	5 16.00 0.01	4 16.00 0.01	3 15.99 0.01	2 15.99 0.01	1 15.98 0.01	0 15.98 0.01	-1 15.97 0.01	-2 15.97 0.01	-3 15.96 0.01	-4 15.96 0.01	-5 15.95 0.01	-6 15.95 0.01	-7 15.94 0.01	-8 15.94 0.01
2	9 16.04 0.02	8 16.03 0.02	7 16.02 0.02	6 16.01 0.02	5 16.00 0.02	4 15.99 0.02	3 15.98 0.02	2 15.97 0.02	1 15.96 0.02	0 15.95 0.02	-1 15.94 0.02	-2 15.93 0.02	-3 15.92 0.02	-4 15.91 0.02	-5 15.90 0.02	-6 15.89 0.02	-7 15.88 0.02
3	10 16.07 0.03	9 16.05 0.03	8 16.04 0.03	7 16.02 0.03	6 16.01 0.03	5 15.99 0.03	4 15.98 0.03	3 15.96 0.03	2 15.95 0.03	1 15.94 0.03	0 15.92 0.03	-1 15.91 0.03	-2 15.89 0.03	-3 15.88 0.03	-4 15.86 0.03	-5 15.85 0.03	-6 15.83 0.03
4	11 16.10 0.04	10 16.08 0.04	9 16.06 0.04	8 16.04 0.04	7 16.02 0.04	6 16.00 0.04	5 15.98 0.04	4 15.96 0.04	3 15.94 0.04	2 15.92 0.04	1 15.90 0.04	0 15.88 0.04	-1 15.86 0.04	-2 15.85 0.04	-3 15.83 0.04	-4 15.81 0.04	-5 15.79 0.04
5	12 16.14 0.05	11 16.11 0.05	10 16.09 0.05	9 16.06 0.05	8 16.04 0.05	7 16.01 0.05	6 15.99 0.05	5 15.96 0.05	4 15.94 0.05	3 15.92 0.05	2 15.89 0.05	1 15.87 0.05	0 15.84 0.05	-1 15.82 0.05	-2 15.79 0.05	-3 15.77 0.05	-4 15.75 0.05
6	13 16.18 0.06	12 16.15 0.06	11 16.12 0.06	10 16.09 0.06	9 16.06 0.06	8 16.03 0.06	7 16.00 0.06	6 15.97 0.06	5 15.94 0.06	4 15.91 0.06	3 15.88 0.06	2 15.86 0.06	1 15.83 0.06	0 15.80 0.06	-1 15.77 0.06	-2 15.74 0.06	-3 15.71 0.06
7	14 16.23 0.07	13 16.19 0.07	12 16.16 0.07	11 16.12 0.07	10 16.09 0.07	9 16.05 0.07	8 16.02 0.07	7 15.99 0.07	6 15.95 0.07	5 15.92 0.07	4 15.88 0.07	3 15.85 0.07	2 15.81 0.07	1 15.78 0.07	0 15.75 0.07	-1 15.71 0.07	-2 15.68 0.07
8	15 16.28 0.08	14 16.24 0.08	13 16.20 0.08	12 16.16 0.08	11 16.12 0.08	10 16.08 0.08	9 16.04 0.08	8 16.00 0.08	7 15.96 0.08	6 15.92 0.08	5 15.89 0.08	4 15.85 0.08	3 15.81 0.08	2 15.77 0.08	1 15.73 0.08	0 15.69 0.08	-1 15.65 0.08
9	16 16.34 0.09	15 16.30 0.09	14 16.25 0.09	13 16.20 0.09	12 16.16 0.09	11 16.11 0.09	10 16.07 0.09	9 16.03 0.09	8 15.98 0.09	7 15.94 0.09	6 15.89 0.09	5 15.85 0.09	4 15.81 0.09	3 15.76 0.09	2 15.72 0.09	1 15.67 0.09	0 15.63 0.09
10	17 16.41 0.10	16 16.35 0.10	15 16.30 0.10	14 16.25 0.10	13 16.20 0.10	12 16.15 0.10	11 16.10 0.10	10 16.05 0.10	9 16.00 0.10	8 15.95 0.10	7 15.91 0.10	6 15.86 0.10	5 15.81 0.10	4 15.76 0.10	3 15.71 0.10	2 15.66 0.10	1 15.61 0.10
11	18 16.48 0.11	17 16.42 0.11	16 16.36 0.11	15 16.31 0.11	14 16.25 0.11	13 16.20 0.11	12 16.14 0.11	11 16.09 0.11	10 16.03 0.11	9 15.98 0.11	8 15.92 0.11	7 15.87 0.11	6 15.82 0.11	5 15.76 0.11	4 15.71 0.11	3 15.66 0.11	2 15. 0.
12	19 16.55 0.12	18 16.49 0.12	17 16.43 0.12	16 16.37 0.12	15 16.30 0.12	14 16.24 0.12	13 16.18 0.12	12 16.12 0.12	11 16.06 0.12	10 16.00 0.12	9 15.95 0.12	8 15.89 0.12	7 15.83 0.12	6 15.77 0.11	5 15.71 0.11	4 15.65 0.11	3 15.60 0.11
13	20 16.64 0.13	19 16.57 0.13	18 16.50 0.13	17 16.43 0.13	16 16.36 0.13	15 16.30 0.13	14 16.23 0.13	13 16.17 0.13	12 16.10 0.13	11 16.04 0.13	10 15.97 0.13	9 15.91 0.13	8 15.85 0.12	7 15.78 0.12	6 15.72 0.12	5 15.66 0.12	4 15.59 0.12
14	21 16.73 0.14	20 16.65 0.14	19 16.58 0.14	18 16.50 0.14	17 16.43 0.14	16 16.36 0.14	15 16.29 0.14	14 16.22 0.14	13 16.15 0.14	12 16.08 0.14	11 16.01 0.14	10 15.94 0.14	9 15.87 0.13	8 15.80 0.13	7 15.73 0.13	6 15.66 0.13	5 15.60 0.13
15	22 16.82 0.15	21 16.74 0.15	20 16.66 0.15	19 16.58 0.15	18 16.50 0.15	17 16.42 0.15	16 16.35 0.15	15 16.27 0.15	14 16.19 0.15	13 16.12 0.15	12 16.04 0.15	11 15.97 0.15	10 15.90 0.14	9 15.82 0.14	8 15.75 0.14	7 15.68 0.14	6 15.60 0.14
16	23 16.92 0.16	22 16.84 0.16	21 16.75 0.16	20 16.66 0.16	19 16.58 0.16	18 16.49 0.16	17 16.41 0.16	16 16.33 0.16	15 16.25 0.16	14 16.17 0.16	13 16.09 0.16	12 16.01 0.15	11 15.93 0.15	10 15.85 0.15	9 15.77 0.15	8 15.69 0.15	7 15.62 0.15
17	24 17.03 0.18	23 16.94 0.17	22 16.84 0.17	21 16.75 0.17	20 16.66 0.17	19 16.57 0.17	18 16.48 0.17	17 16.39 0.17	16 16.31 0.17	15 16.22 0.17	14 16.14 0.17	13 16.05 0.17	12 15.97 0.16	11 15.88 0.16	10 15.80 0.16	9 15.72 0.16	8 15.63 0.16
18	25 17.15 0.19	24 17.05 0.19	23 16.95 0.18	22 16.85 0.18	21 16.75 0.18	20 16.65 0.18	19 16.56 0.18	18 16.47 0.18	17 16.37 0.18	16 16.28 0.18	15 16.19 0.18	14 16.10 0.18	13 16.01 0.17	12 15.92 0.17	11 15.83 0.17	10 15.74 0.17	9 15.66 0.17
19	26 17.27 0.20	25 17.16 0.20	24 17.06 0.20	23 16.95 0.19	22 16.85 0.19	21 16.74 0.19	20 16.64 0.19	19 16.54 0.19	18 16.44 0.19	17 16.35 0.19	16 16.25 0.19	15 16.15 0.19	14 16.06 0.18	13 15.96 0.18	12 15.87 0.18	11 15.78 0.18	10 15.68 0.18
20	27 17.40 0.21	26 17.29 0.21	25 17.17 0.21	24 17.06 0.21	23 16.95 0.20	22 16.84 0.20	21 16.73 0.20	20 16.63 0.20	19 16.52 0.20	18 16.42 0.20	17 16.31 0.20	16 16.21 0.20	15 16.11 0.19	14 16.01 0.19	13 15.91 0.19	12 15.81 0.19	11 15.72 0.19
21	28 17.54 0.22	27 17.42 0.22	26 17.30 0.22	25 17.18 0.22	24 17.06 0.22	23 16.94 0.21	22 16.83 0.21	21 16.72 0.21	20 16.60 0.21	19 16.49 0.21	18 16.39 0.21	17 16.28 0.21	16 16.17 0.21	15 16.07 0.20	14 15.96 0.20	13 15.86 0.20	12 15.75 0.20
22	29 17.69 0.24	28 17.56 0.23	27 17.43 0.23	26 17.30 0.23	25 17.18 0.23	24 17.05 0.23	23 16.93 0.22	22 16.81 0.22	21 16.69 0.22	20 16.58 0.22	19 16.46 0.22	18 16.35 0.22	17 16.24 0.22	16 16.12 0.21	15 16.01 0.21	14 15.90 0.21	13 15 0.
23	30 17.84 0.25	29 17.70 0.25	28 17.57 0.24	27 17.43 0.24	26 17.30 0.24	25 17.17 0.24	24 17.04 0.24	23 16.91 0.23	22 16.79 0.23	21 16.67 0.23	20 16.55 0.23	19 16.43 0.23	18 16.31 0.23	17 16.19 0.22	16 16.07 0.22	15 15.96 0.22	14 15.84 0.22

Not: Koyu renkli ölçüler ideal dir.

3. BOYUTSAL KONTROL ELEMANLARI

Araç dinamiği ve müşteri beklentileri gereği istenilen spek değerlerinde olan araçlar üretebilmek için en önemli birim olan ölçüm teknikleri bu bölümde incelenecektir. Ölçüm sistemleri genel olarak Kalite Güvence departmanının sorumlulugunda olmakla beraber her imalat biriminin kendi içinde ölçüm ekipmanları ve kontrol birimleri bulunmalıdır.

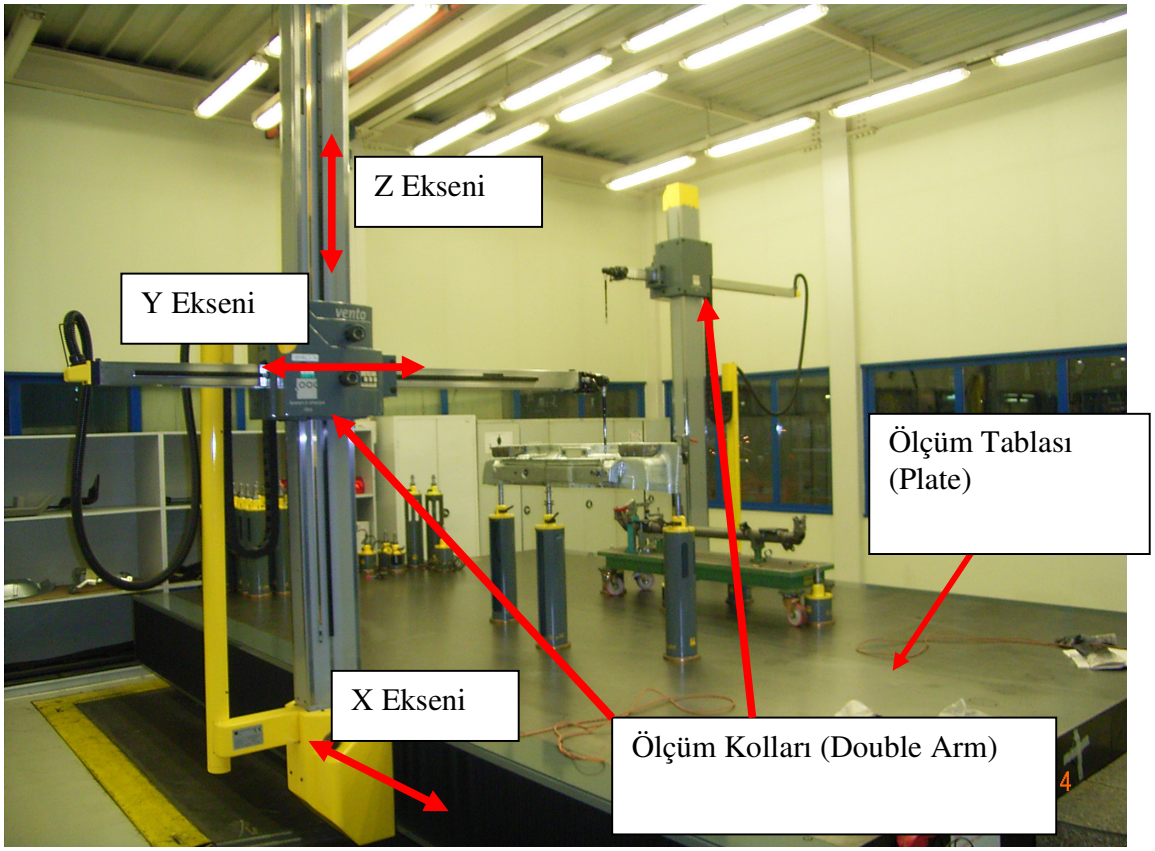
Başlıca ölçüm elemanları;

1. Koordinat Ölçüm Makinası (CMM)
2. Kameralı sistemler (OCMM)
3. Laser ölçüm sistemi
4. Açıklık Ölçüm Mastarları
5. Parça Kontrol Fikstürü
6. Ara Mamül Kontrol Fikstürleri
7. Marjin Ölçüm El Aletleri (DataMyte)

Tüm bu ölçüm sistemlerinin kombinasyonunda asıl hedef istenilen spek değerlerinde gövde üretimi sağlamaktır.

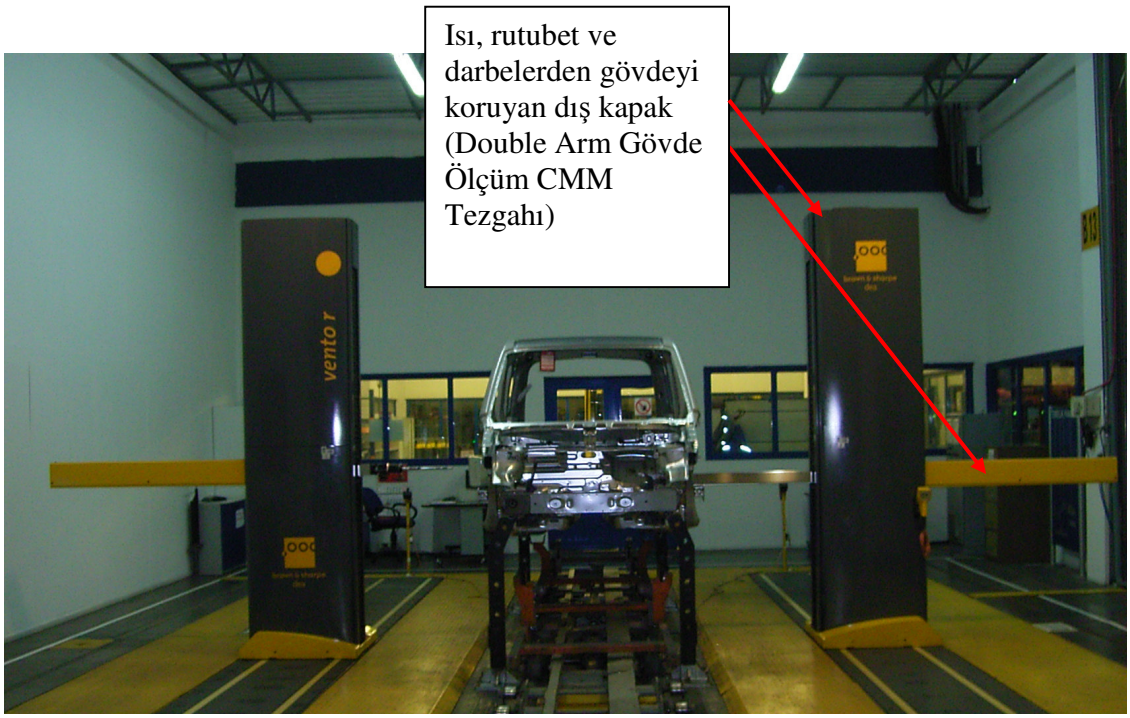
3.1 Koordinat Ölçüm Makinası (CMM)

Günümüzde en sık kullanılan ölçüm sistemidir. (Şekil 3.1) Hemen hemen tüm otomotiv ana ve yan sanayisin de kullanım yeri vardır. Ana işleyiş şekli bir plate üzerinde kartezyen koordinatlarda ilerleyen bir (single arm) veya iki kol (double arm) vasıtası ile elektronik olarak ölçüm yapabilen cihazlardır.



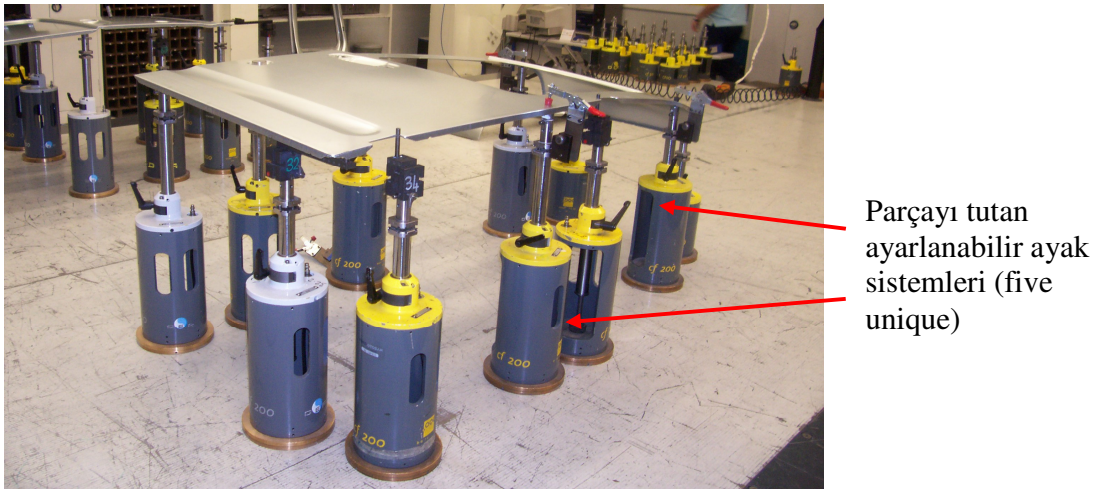
Şekil 3.1 CMM ölçüm tezgahı

Klimatize ortamlarda çalışanların dışında yeni nesil CMM tezgahları klimatize olmayan açık alanlarda da ölçüm yapabilme yeteneğine sahiptirler. (Şekil 3.2)



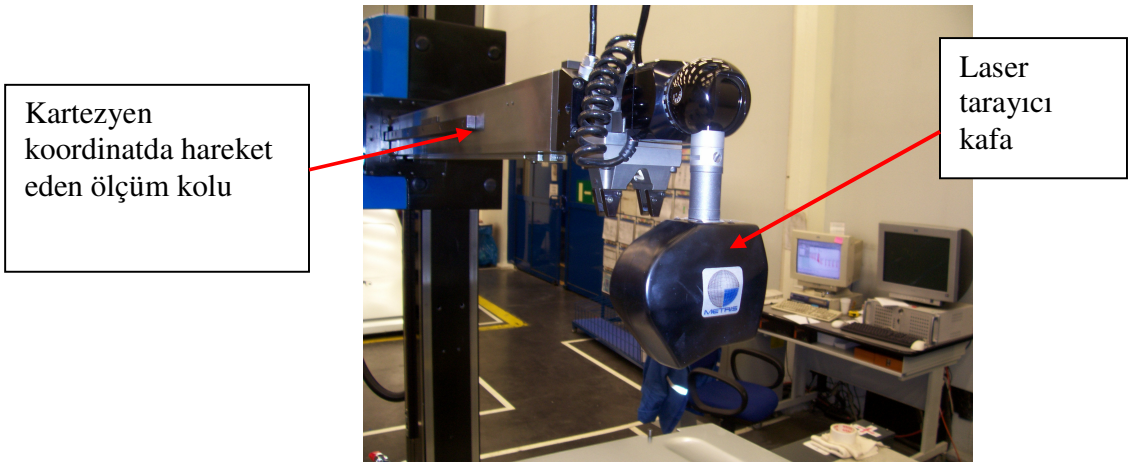
Şekil 3.2 Açık Alan CMM Tezgahı

Bu tezgahlar ölçüm esnasında parçayı tutmak için gerekli olan dayama, kenet ve pim sistemlerini içermeleri sebebi ile her türlü parçayı özel tutma veya ölçme fikstürüne ihtiyaç olmadan ölçme yeteneğine sahiptirler (five unique sistemi) (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Five Unique Sistemi ile Parça Konumlama

Gerektiği durumlarda kartezyen kol üstündeki ölçüm probunun yerine tarayıcı kafa aparatı takılarak yüzey tarama gerçekleştirilebilir. (Şekil 3.4)



Şekil 3.4 Laser Tarama Kafalı CMM Tezgahı

CMM Tezgahlarının Avantajları

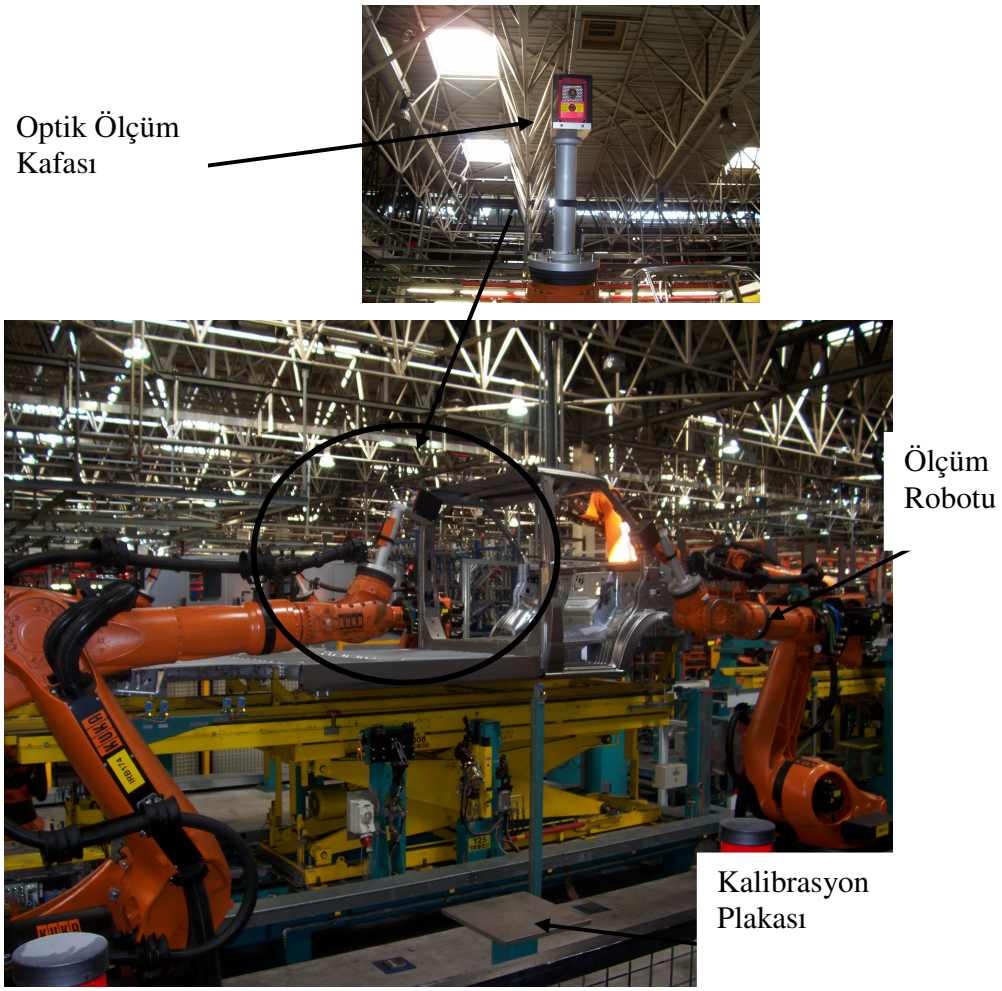
1. Yüksek ölçüm hassasiyeti (0.01 mm düşük)
2. Operatör etkisi çok azdır.
3. Yüksek ölçüm esnekliği (Çok çeşitli parça ölçme yeteneği)
4. Hızlı programlama yeteneği
5. Yüksek ölçüm hızı
6. İlave parça kontrol fikstürü yatırımı gerektirmez.

CMM Tezgahlarının Dezavantajları

1. Yetiştirilmiş kalifiye eleman gereksinimi
2. CAD data ihtiyacı
3. Yüksek yatırım maliyetleri
4. Yüksek bakım giderleri
5. Ölçüm harici değerkatmayan (yükleme,boşaltma,transfer, CAD data hazırlama ve programlama) sürelerin uzun olması
6. Geniş yer ihtiyacı
7. Gerektiği hallerde klimatize kabin gerektirmesi

3.2 Optik Koordinat Ölçüm Makinası (OCMM)

Son yıllarda yüksek imalat adetleri yapan otomotiv fabrikalarında müşteri beklentileri doğrultusunda her aracın kritik özelliklerinin ölçülmesi ve bu özelliklerin kontrol altında tutulması gereksiniminden dolayı OCMM cihazları artmaya başlamıştır. (Şekil 3.5)



Şekil 3.5 OCMM Cihazı

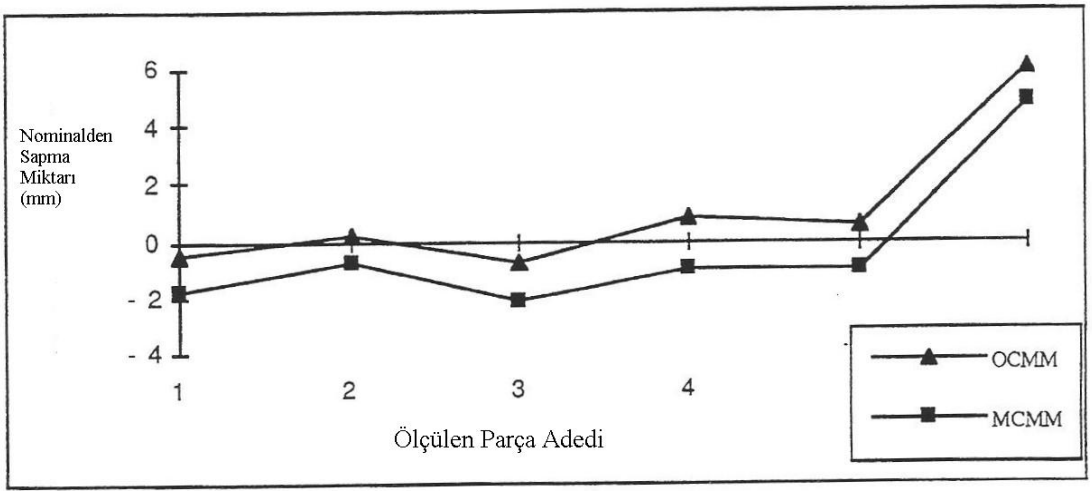
Bu cihazlar ana çalışma prensibi olarak ölçecekleri parçanın ölçüm noktalarının fotografını çekmek veya laser ışığı göndermek sureti ile hafızalarında ki durum ile karşılaştırma yaparak ölçüm yapmaktadırlar. Doğrudan bir CAD data ilişkisi yoktur. Bu nedenledir ki OCMM cihazları belirli periyotlar ile CMM ile ilişki ve mukayese çalışması yapılmalıdır.Bu ilişki ve mukayese çalışması aynı gövdenin önce OCMM ile

daha sonra CMM de ölçülmesi ile olmaktadır. Bunun için en az 10 gövdenin kullanılması tavsiye edilir.

Burada önemli bir uyarı olarak gövdenin OCMM ile CMM arasında ki transferi esnasında belli oranda bozulabilme ihtimali unutulmamalıdır.

Karıştırılmaması gereken ise OCMM ile CMM arasında ilişki ve mukayesenin tanımıdır.

İlişki genel olarak ilişki katsayısı r ile tanımlanır. Eğer bu katsayı 0 a yakın ise OCMM ile CMM arasında bir ilişki yoktur, eğer katsayı 1 ise mükemmel bir doğrusal ilişki vardır denir. (Şekil 3.6)



Şekil 3.6 OCMM ile CMM mukayesesi [2]

Bu şekilde OCMM ile CMM arasındaki doğrusal ilişki gözükmekedir. İki ölçüm sistemi ölçülen 6 adet noktayı belli bir ilişki ile ölçmektedirler. Buradan da anlaşılacağı üzere asla tek bir ölçü üzerinden karşılaştırma yapılmamalı en az 10 data incelenmelidir.

OCMM Tezgahlarının Avantajları

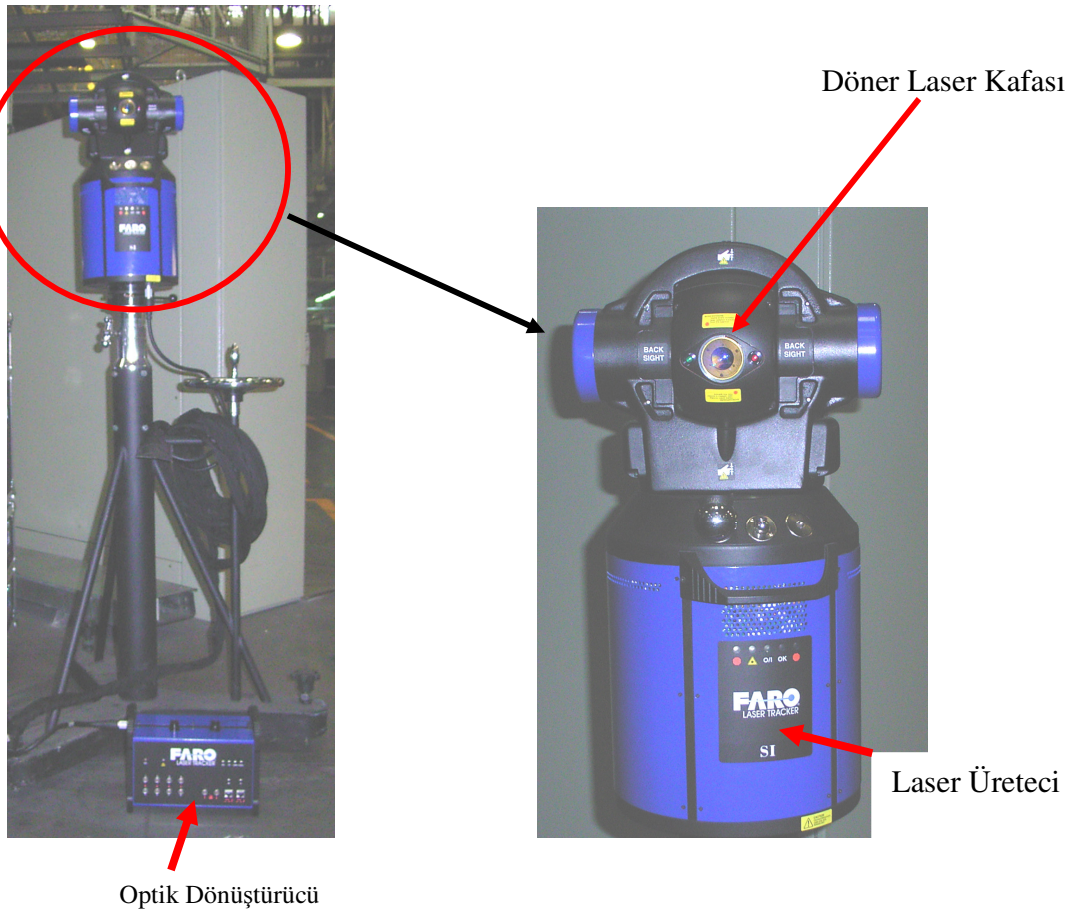
1. Operatör etkisi çok azdır.
2. Hat hızında ölçüm yapabilme yeteneği
3. Hızlı programlama yeteneği
4. Çevre şartlarından etkilenmeme
5. Yüksek ölçüm esnekliği

OCMM Tezgahlarının Dezavantajları

1. Yüksek yatırım maliyetleri
2. Yüksek bakım giderleri
3. Geniş yer ihtiyacı
4. CMM ile ilişki ve mukayese çalışması gereksinimi

3.3 Laser Ölçüm Sistemi

Daha çok fikstür sertifikasyonu için kullanılan bir sistemdir. Bazı hallerde fiktür üzerinde ki parçanın konumunu ölçmek içinde kullanılır. (Şekil 3.7). Genel yapı olarak laser ışınının parça ve fikstür üzerindeki geri yansıması prensibine göre ölçüm yapan bir ekipmandır. Laser üreteci tarafından üretilen ışın demeti optik lens yardımı ile ölçüm alınacak yüzeye yollanır. Ölçüm alınacak yüzeyden yansıma yolu ile geri gelen ışın demetinin ekipman tarafından gidip gelme süresinde geçen zamana göre ölçüm yapılan yüzeyin Cad dataya göre konumu otomatik olarak ölçüm cihazı tarafından hesaplanır. Bu ölçümün sağlıklı olarak yapılabilmesi için ölçülecek yüzeyi laser optik lenslerin görebilmesi yani başka bir değiş ile arada ışın demetinin geçmesini engelleyecek bir nesne olmamalıdır. Bu ekipmanlar portatif yapıları nedeni ile kullanım alanları geniştir.



Şekil 3.7 Laser Ölçüm Cihazı

Laser Ölçüm Cihazı Avantajları

1. Yüksek ölçüm hassasiyeti (0.01 mm den düşük)
2. Operatör etkisi çok azdır.
3. Yüksek ölçüm esnekliği (Çok çeşitli parça ölçme yeteneği)
4. Hızlı programlama yeteneği
5. Yüksek ölçüm hızı
6. Kolay taşınabilir olması.
7. Dar alanlarda kullanılabilmesi

Laser Ölçüm Cihazının Dezavantajları

1. Yetiştirilmiş kalifiye eleman gereksinimi

2. CAD data ihtiyacı
3. Yüksek yatırım maliyetleri
4. Yüksek bakım giderleri
5. Çevre şartlarından etkilenme (toz, duman vs.)
6. Ölçüm esnasında laser ışınının önüne çıkan engeller nedeni ile ölçümün kesintiye uğraması

3.4 Açıklık Ölçüm Mastarları

Bitmiş gövde üzerinde ön cam, arka kapı, yan kapılar gibi belirli açıklıkların ölçümü için kullanılan mastarlardır. Açıklık ölçümlerinde araç referansına göre değil de sistemin kendi içindeki doruluğu öncelikli olduğundan bu mastarlar kullanılırlar. OCMM veya CMM gibi ölçüm sistemlerinin sağladığı datalar aracın ana eksen takımlarına göre göreceli bir ölçüm olması nedeni ile açıklık ölçümlerinde bu mastarlar kadar etkin olamazlar. (Şekil 3.8) Bu mastarların ana hizmet amacı kontrol ettikleri açıklığa daha sonraki proseslerde gelecek ürünlerin nasıl bir şekilde oturacağı, problem çıkartıp çıkartmayacaklarının anlaşılmasıdır.

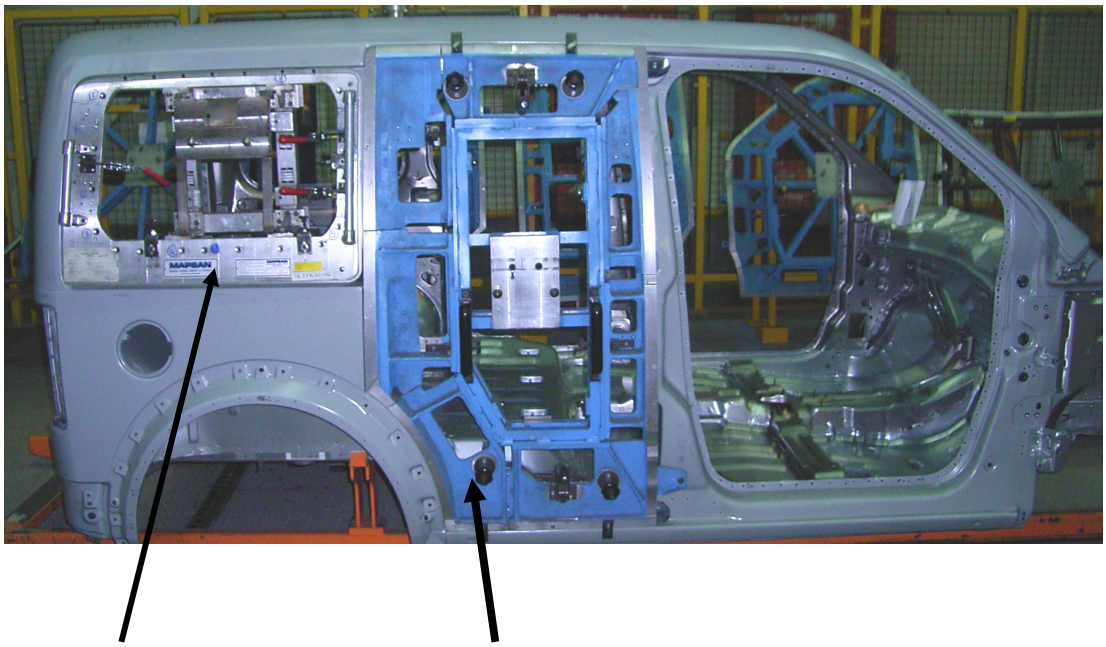
Açıklık ölçüm mastarlarının avantajları,

1. Önceki ve sonraki prosesler için net bilgi verirler.
2. Az bir yatırıma ihtiyaç duyarlar.
3. CAD dataya ihtiyaçları yoktur.
4. Hat operatörü tarafından kullanılabilirler.
5. Kullanımı kolaydır.
6. Az yer kaplarlar

Açıklık ölçüm mastarlarının dezavantajları

1. Esnek ölçüm imkanı yoktur (sadece belli bir modeli ölçer)
2. Ölçüm süresi uzundur.

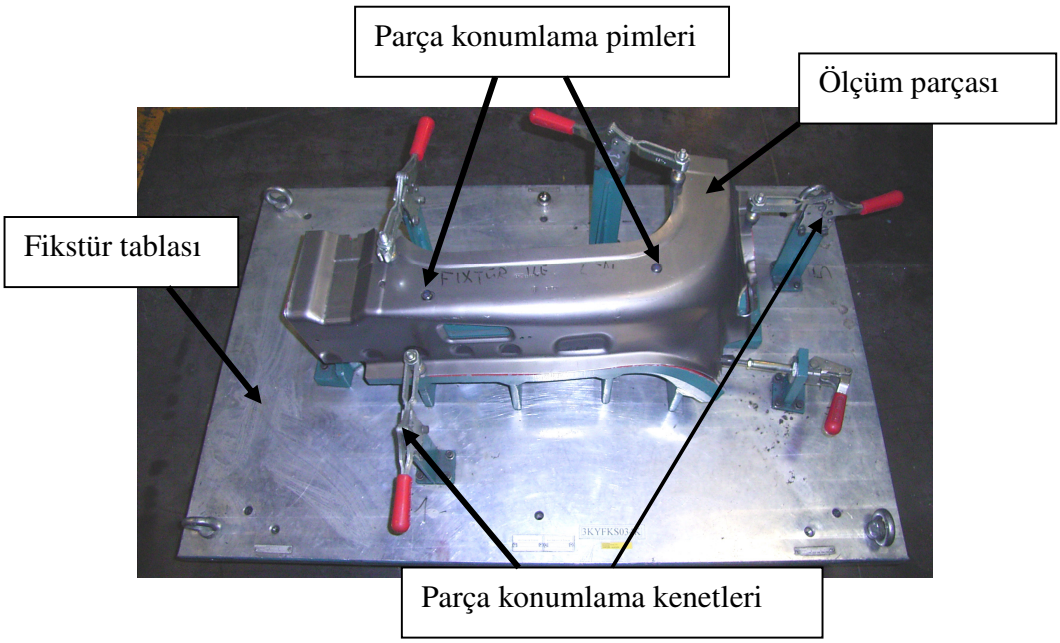
3. Değer katmayan süre (yükleme, boşaltma, kenetleme vs.) fazladır.
4. Kullanıcıya göre ölçüm değerleri değişkenlik gösterir.



Şekil 3.8 Açıklık Ölçüm Mastarları

3.5 Parça Ölçüm Fikstürü

Prensip olarak açıklık ölçüm mastarlarına benzemekle beraber sadece bir parçanın hızlı ölçümü için geliştirilmiş fikstürlerdir. Prosedür olarak her parçanın kontrol fikstürü olmak zorundadır. Bu sayede imalat hızında tanımlanan periyotlarda hızlı ölçüm alabilme imkanı ve problem olduğu hallerde hattı durdurma imkanı sağlar. (Şekil 3.9)



Şekil 3.9 Parça ölçüm fikstürü

Parça ölçüm fikstürlerinin avantajları,

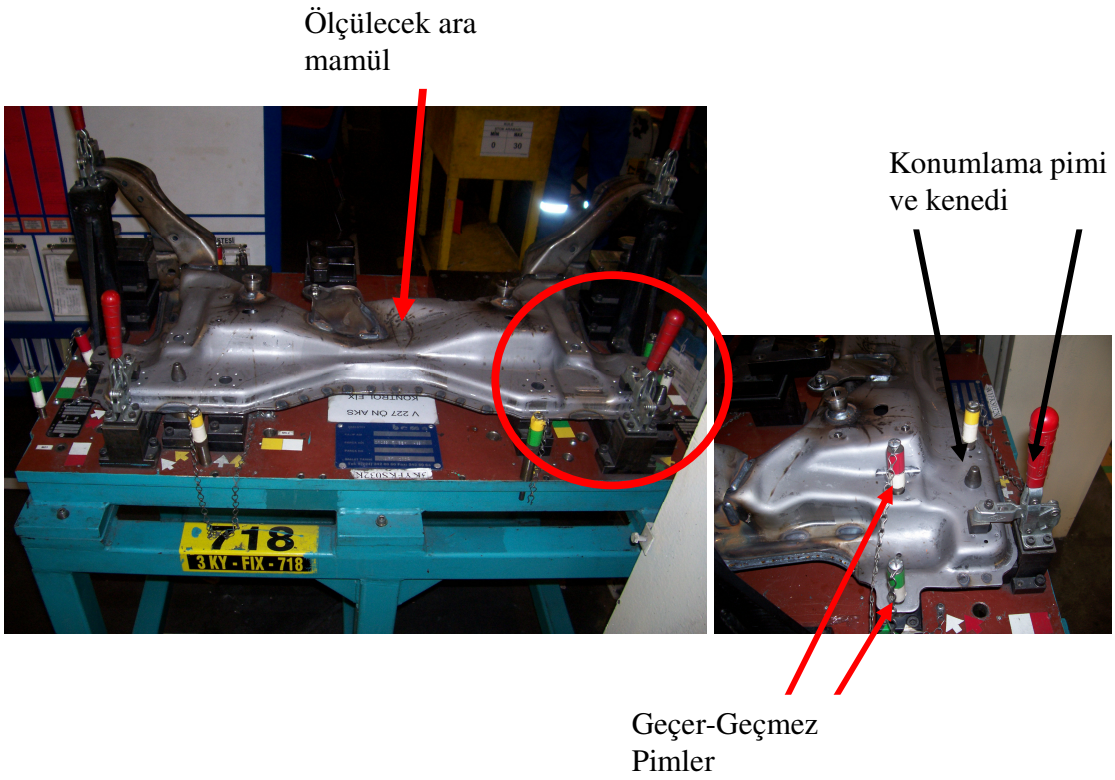
1. Az bir yatırıma ihtiyaç duyarlar.
2. CAD dataya ihtiyaçları yoktur.
3. Hat operatörü tarafından kullanılabilirler.
4. Kullanımı kolaydır.
5. Az yer kaplarlar

Parça ölçüm fikstürlerinin dezavantajları

1. Esnek ölçüm imkanı yoktur (sadece belli bir modeli ölçer)
2. Değer katmayan süre (yükleme, boşaltma, kenetleme vs.) fazladır.
3. Kullanıcıya göre ölçüm değerleri değişkenlik gösterir.

3.6 Ara Mamül Kontrol Fikstürleri

Parça kontrol fikstürlerinin, bitmiş kompleler için yapılmış halidir. Özellikle geçer geçmez pim ve kumpas yardımı ile değerler alınır. (Şekil 3.10)



Şekil 3.10 Ara mamül kontrol fixtürü

Ara mamül kontrol fikstürlerinin avantajları,

1. Az bir yatırıma ihtiyaç duyarlar.
2. CAD dataya ihtiyaçları yoktur.
3. Hat operatörü tarafından kullanılabilirler.
4. Kullanımı kolaydır.
5. Az yer kaplarlar

Ara mamül ölçüm fikstürlerinin dezavantajları

1. Esnek ölçüm imkanı yoktur (sadece belli bir modeli ölçer)
2. Değer katmayan süre (yükleme, boşaltma, kenetleme vs.) fazladır.
3. Kullanıcıya göre ölçüm değerleri değişkenlik gösterir.
4. Geçer-geçmez pimlerde ölçümün nominalden olan değişkenliği görülemez.

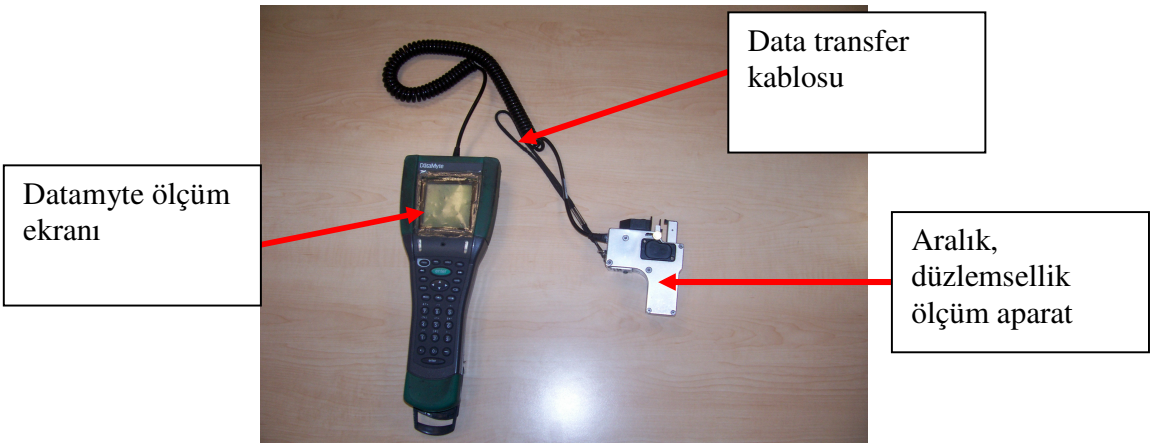
3.7 Marjin (Aralık) Ölçüm El Aletleri

Bu tip ölçüm aletleri ile özellikle motor kaputu, kapılar ve bagaj kapağı gibi tüm kapı-kaput parçalarının gövde ve birbirleri ile olan aralık ve fitil boşluğu değerleri ölçülür. Bu ölçümlerde başlıca iki metod vardır. Bunlar

1. Doğrudan Ölçüm Metodu
2. Dolaylı Ölçüm Metodu

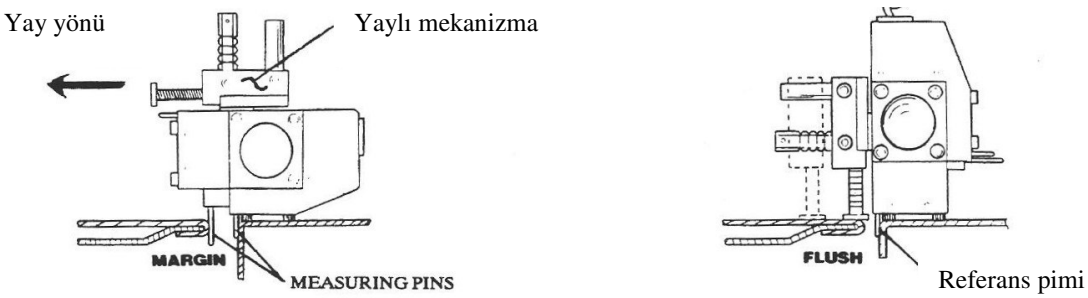
3.7.1 Doğrudan Ölçüm Metodu

Bu tip ölçüm metodunda ölçülecek bölge kumpas, komparatör veya özel aralık ölçüm ekipmanları (datamyte) vasıtası ile dogrudan değer okunarak yapılır. (Şekil 3.11)



Şekil 3.11 Datamyte Ölçüm Cihazı

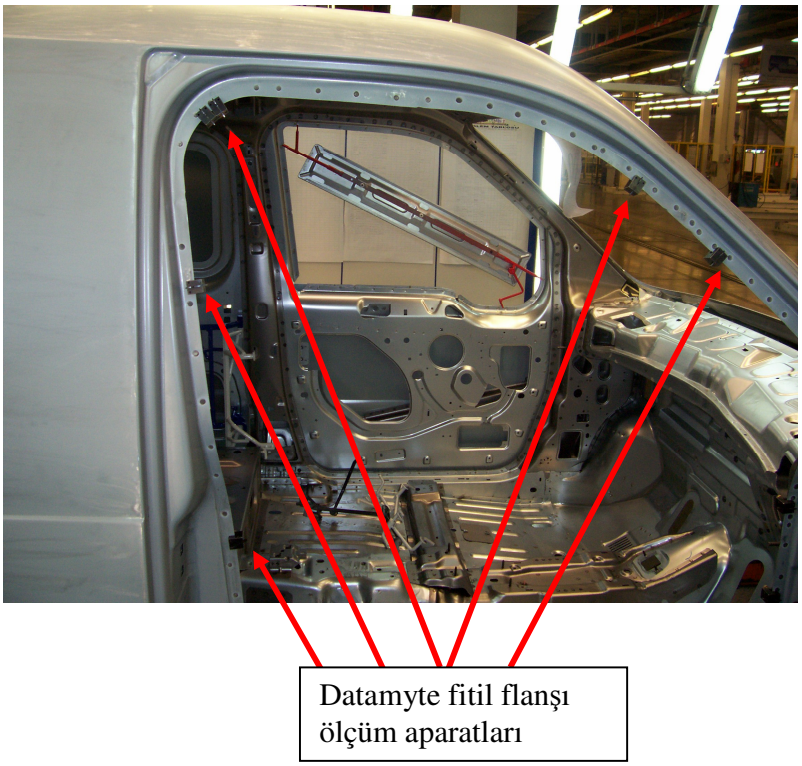
Prensip olarak bu makinelar sıfırlama aparatları vasıtası ile sıfırlandıktan sonra bitmiş araç üstünde veya açıklık ölçüm fikstürleri vasıtası ile dogrudan aralık (gap), düzlemsellik (flush) ve fitil boşluğu (seal gap) ölçebilmektedirler. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12 Datamyte ile aralık ve düzlemsellik ölçümü

Doğrudan yöntemler ile ölçüm alınır iken dikkat edilmesi gereken hususlar,

- Ölçüm alınacak yüzeyler temiz olmalıdır.
- Kapılı gövdede ölçüm alınacak ise kapının üzerinde montajda takılan iç plastikler, mekanizmalar ve cam gibi ekipmanlar yok ise (Gövde Atölyesi için geçerlidir) bu ekipmanların toplam ağırlığınına eş bir ağırlık kapının ağırlık merkezine asılır.
- Kilit karşılığı bölgesine ayarlanabilir durdurucu takılarak kapının diğer kapı veya yan panel ile 0 (sıfır) düzlemsellikde olması sağlanır.
- Tüm noktaların aralık ve düzlemsellik değerleri sıra ile ölçülür.
- Eğer fitil boşluğu ölçülmek istenir ise datamyte ekipmanının dolaylı ölçüm metodunda kullanılan macunu örnekleyen küçük aparatları aynı anda tüm ölçüm noktalarına takılır ve kapı bir kere kapatılmak vasıtası ile tüm noktaların ölçümü alınmış olunur. (Şekil 3.13)



Şekil 3.13 Datamyte ile fitil boşluğu ölçümü

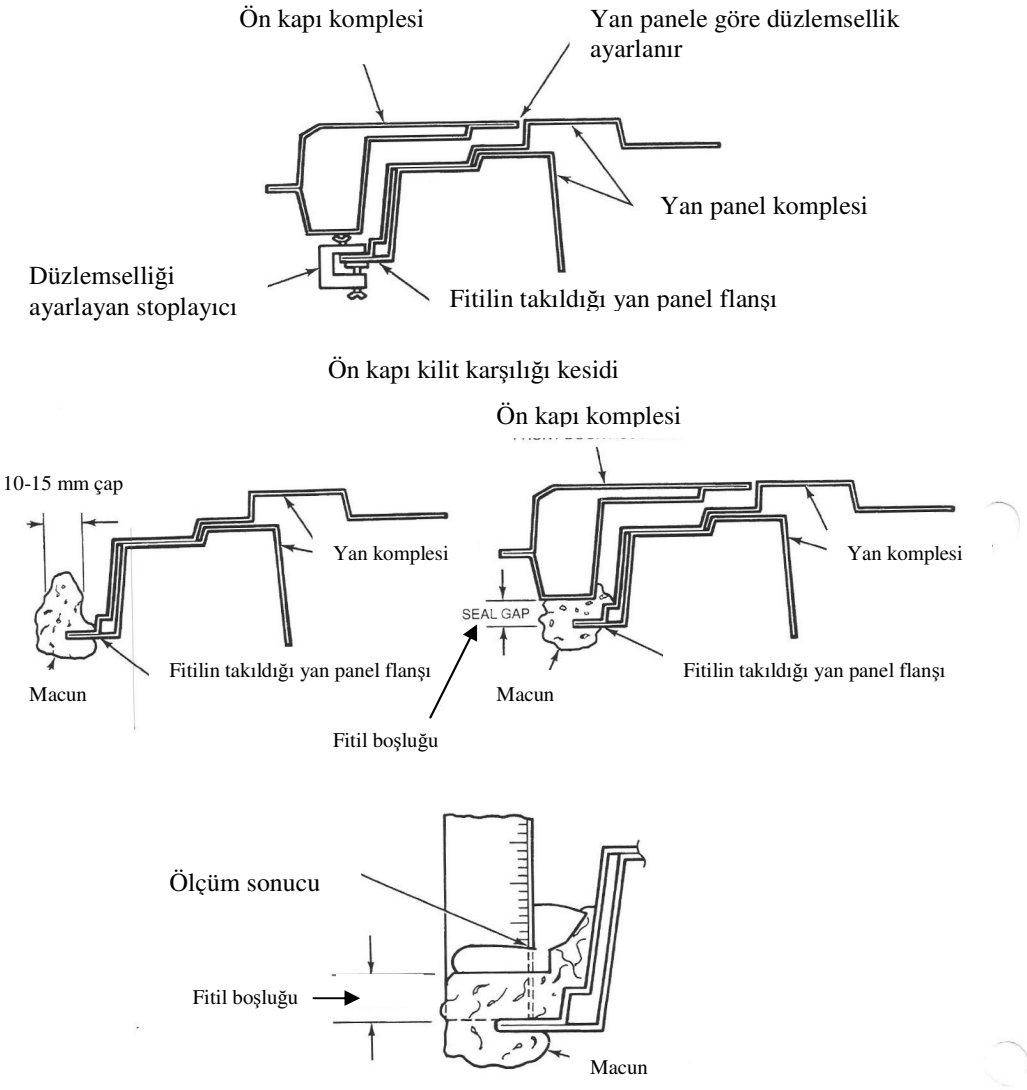
3.7.2 Dolaylı Ölçüm Metodu

Bu ölçüm metodunda ölçüm yapılacak noktaya kilden çamur veya özel hamur türevi (gözeneksiz yapıda olmalıdır) kolay şekil alabilen ve daha sonra bu şeklini koruyabilen macunlar konulmak vasıtası ile mevcut aralığı ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. Genellikle fitil boşluğu ölçümlerinde kullanılırlar. Şekil 3.14

Dolaylı yöntemler ile ölçüm alınır iken dikkat edilmesi gereken hususlar,

- Ölçüm alınacak yüzeyler temiz olmalıdır.
- Kapılı gövdede ölçüm alınacak ise kapının üzerinde montajda takılan iç plastikler, mekanizmalar ve cam gibi ekipmanlar yok ise (Gövde Atölyesi için geçerlidir) bu ekipmanların toplam ağırlığınına eş bir ağırlık kapının ağırlık merkezine asılır.
- Kilit karşılığı bölgesine ayarlanabilir durdurucu takılarak kapının diğer kapı veya yan panel ile 0 (sıfır) düzlemsellikde olması sağlanır.

- 30-40 mm çapında ve 5-10 mm kalınlığında macun kapı fitiline yapıştırılır. Kapı yavaşça kapatılır ve 0 düzlemsellik noktasında en az 10 sn bekletilir.
- Kapı açılır ve macun kalınlığı çelik cetvel yardımı ile okunur (Şekil 3.14)
- Tüm ölçüm noktaları için bu işlemler tekrarlanır.



Şekil 3.14 Dolaylı ölçüm metodu ile fitil boşluğu ölçümü [2]

4. ARAÇ DİNAMİĞİNDE KRİTİK NOKTA SEÇİMİ VE BOYUTSAL KONTROL YÖNTEMLERİ

Bu konu özellikle araç hareket halinde iken karşılaşılabilecek problemlerin önceden tespiti ve buna göre gerekli tasarım ve imalat proses iyileştirilmelerinin yapılması açısından çok önemlidir. Bu nedenledir ki imalat ve tasarım mühendislikleri araç dizayn ve test aşamalarında iken bu problemleri önceden görmeleri ve önlem almaları olası müşteri şikayetlerinin önüne geçilmesini sağlayacaktır.

4.1 Şasi Noktaları Seçimi

Şasi noktaları genel itibari ile ikiye ayrılır

1. Gövde noktaları: Ön ve arka aks bağlantıları, amortisör kulesi bağlantısı
2. Aks Noktaları: Ön ve arka aks komple grupları

Günümüzde çoğu araçlar önden çekiş sistemine sahip olmalarından dolayı arka aksa giden şaft sisteminin olmaması boyutsal kontrol anlamında avantaj sağlamaktadır. Çünkü önden çekiş sisteminde arka aks ön aksı sadece takip görevi üstlenir. Arkadaş itiş sitemlerinde ise arka aksın aynı zamanda motor ve şanzıman ile bir doğrusallık içinde olması gerekir ki buda ilave kritik noktaların araç boyutsalına eklenmesi manasına gelir. Bu ilave kritik noktalar arkadan itişli sistemlerde özellikle şaft sesi, volan ve defransiyel seslerinin artması veya azalmasında çok önemlidir. [4]

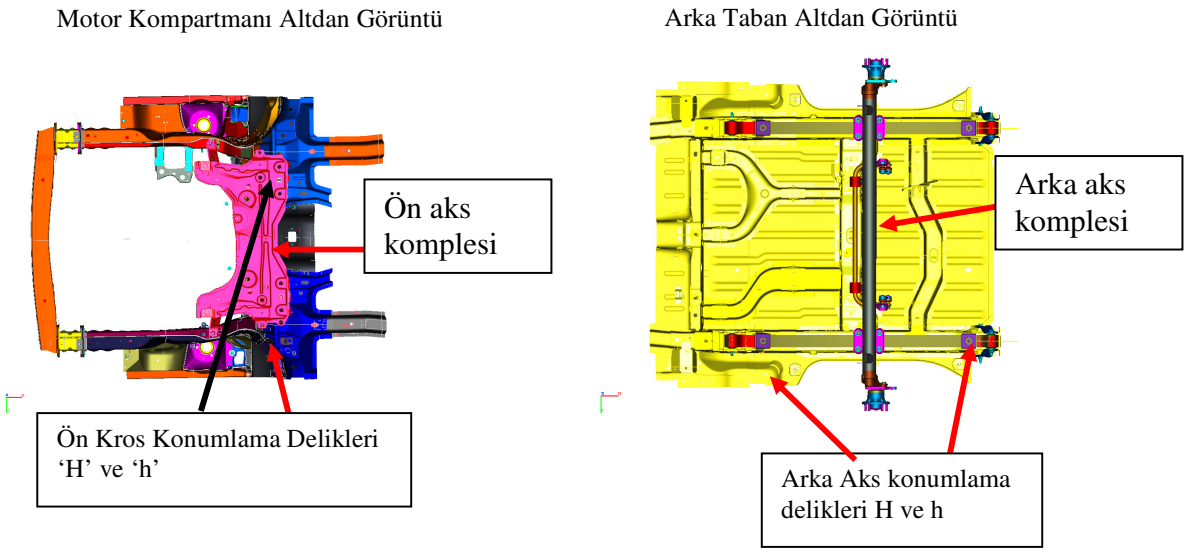
4.1.1 Şasi Gövde Noktaları

Şasi gövde noktaları 2 ye ayrılırlar

1. Konumlama noktaları
2. Bağlama noktaları

4.1.1.1 Konumlama Noktaları

Bu noktalar montaj hatlarında ön ve arka aks bağlama proseslerinde aksların gövdeye göre konumlanmasını sağlayan noktalardır. Bunlar doğrudan olarak mühendislik spekleri içinde olmamakla beraber bu speklerin sağlanabilmesi için boyutsal olarak doğru olmaları zorunlu noktalardır. (Şekil 4.1)

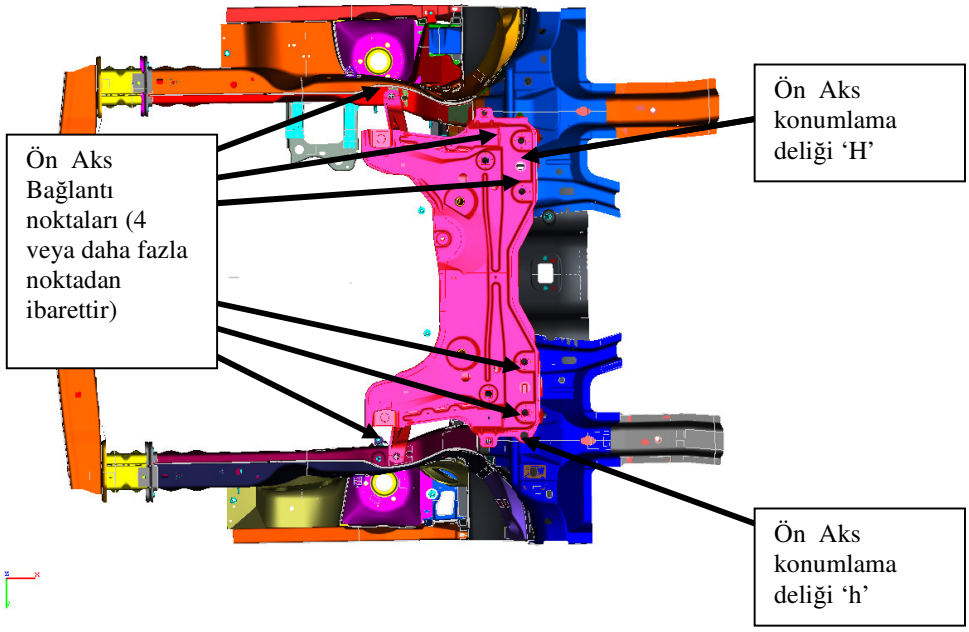


Şekil 4.1 Şasi Gövde Konumlama Noktaları

Şekildeki konumlama delikleri vasıtası ile ön aks ve amortisörler araç üzerinde konumlandırılmaktadır. Bu sebepledir ki bu konumlama deliklerinin **birbirlerine göre** boyutsal hataları aks ve amortisör sistemlerinin araca göre yanlış takılmasına sebebiyet verir.

4.1.1.2 Bağlama Noktaları

Bu noktalar esas olarak boyutsal önemi konumlayıcı noktalar kadar olmamakla beraber konumlayıcı noktalarının hatalarının veya bağlama noktalarının hatalarının bu noktaki dizayn boşluk miktarlarını geçmesi halinde montaj hatlarında aksın takılamaması, kasıntılı takılması veya bağlama esnasında civatanın yalama olması gibi problemleri beraberinde getirir. (Şekil 4.2)



Şekil 4.2 Şasi gövde bağlama delikleri

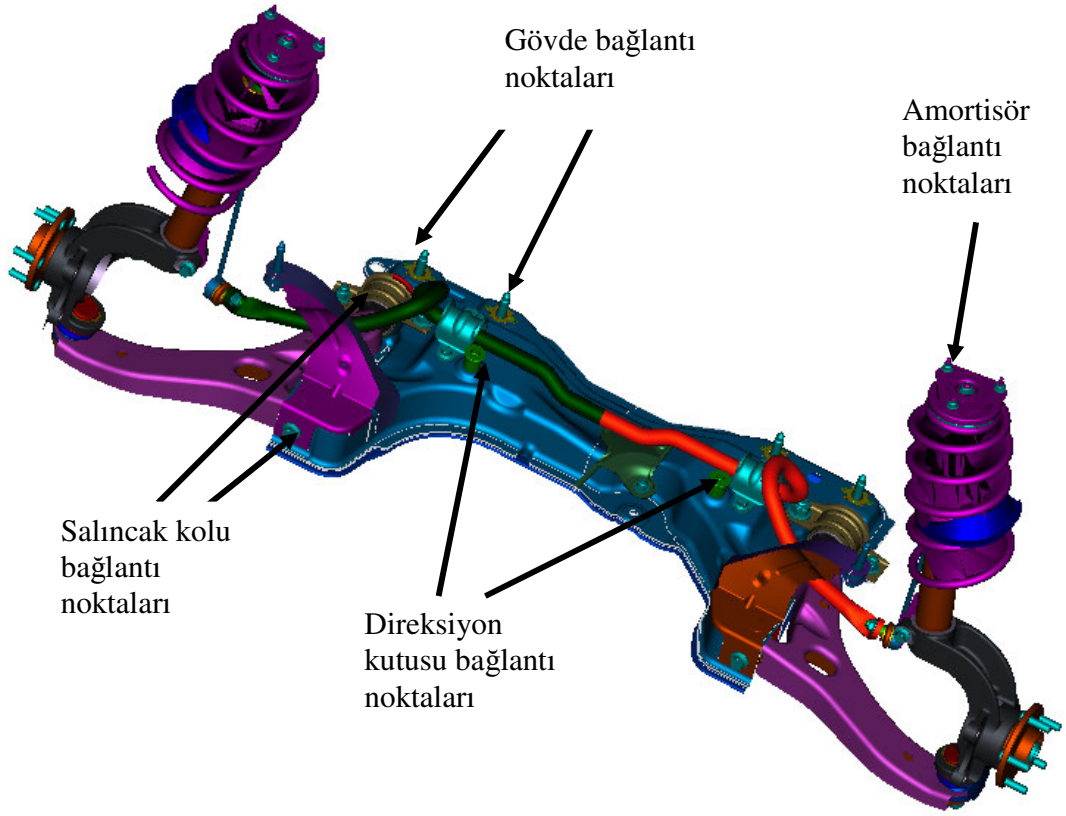
Not: Sistemin tüm gezinme miktarını civata ile delik arasındaki dizayn boşluğu belirler.

4.1.2 Şasi Aks Noktaları

Bu noktalar ön ve aks kompleleri ile onların montaj parçaları üstündeki noktalardır.

Ön aks boyutsalındaki önemli noktalar (Şekil 4. 3)

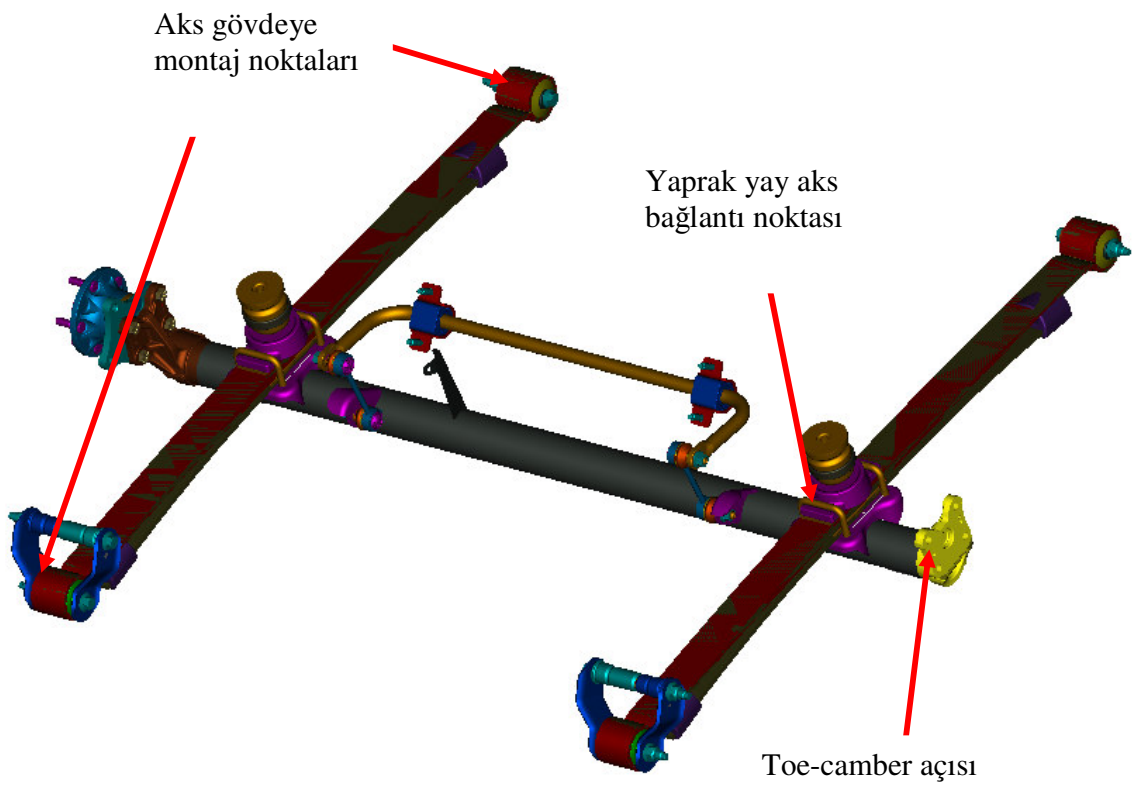
- Gövde montaj noktaları
- Direksiyon kutusu bağlantı noktası
- Salıncak kolu bağlantı noktaları
- Amortisör bağlantısı



Şekil 4.3 Ön aks kritik noktaları

Arka aks boyutsalındaki önemli noktalar (Şekil 4.4)

- Gövde montaj noktaları
- Amortisör bağlantı noktaları
- Toe-Camber açısı
- Yaprak yay aks bağlantı noktası



Şekil 4.4 Arka aks kritik noktaları

4.2 Şasi Noktaları Boyutsal Kontrol Yöntemleri

Şasi noktalarının toleranslarının dar olması sebebi ile (+/- 1.5mm den daha azdır gövde üzerinde) özel konumlama stratejileri geliştirilmiştir.

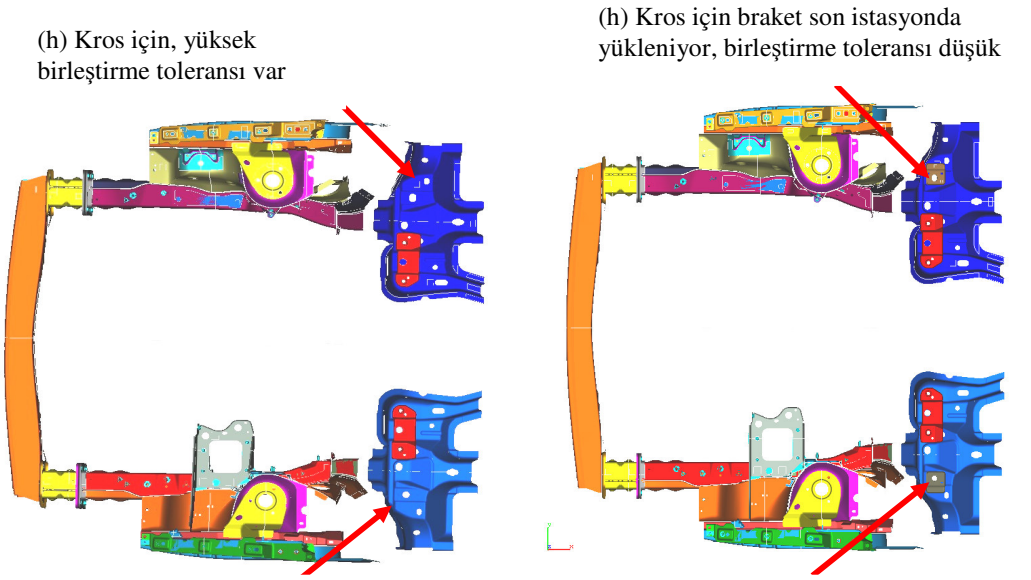
4.2.1 Şasi Gövde Noktaları Boyutsal Kontrol Yöntemleri

Ön aks konumlama deliklerinin birbirlerine göre 'x' ölçüsü ile gene amortisör kulelerinin birbirlerine göre 'x' ve aksa göre 'y' ölçüleri araç dinamiginde çok önemlidir. Bu sebepledir ki aks konumlama delikleri ve amortisör kulesi konumlama delikleri bir çok araç modelinde bitmiş gövdede son operasyon olarak matkap veya zımba ile delinmektedir. Gelişen teknoloji ile beraber bu delik delme işlemleri laser ile de olabilmektedir. Ancak matkap, zımba veya laser ile sonradan delik delme işlemlerinin bir çok dezavantajları vardır bunlar;

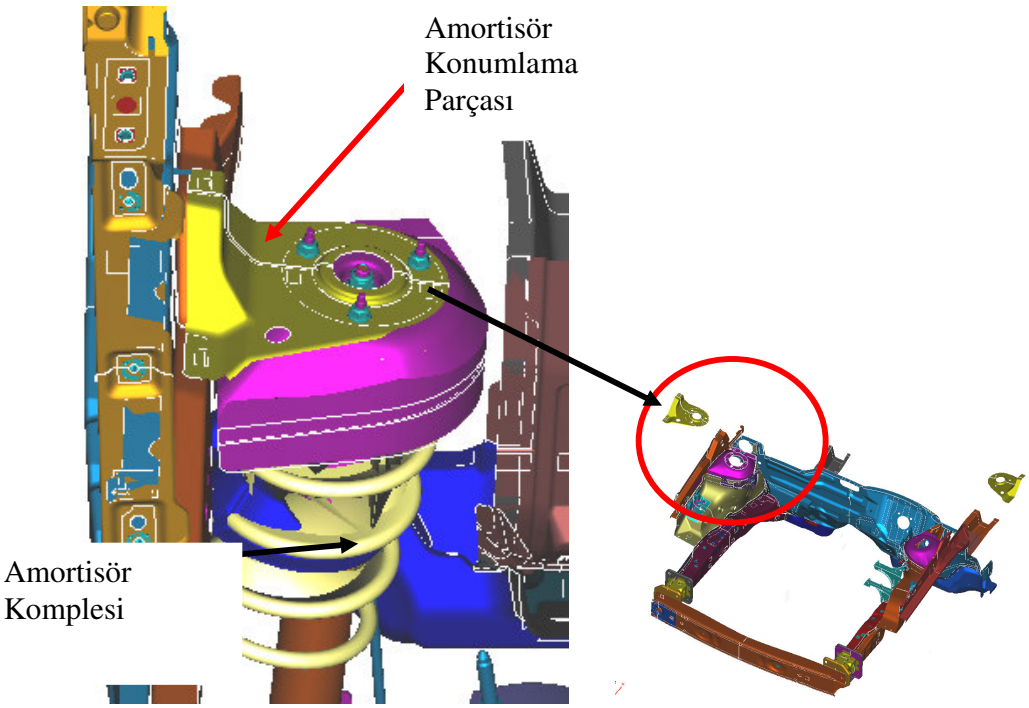
- İlk yatırım çok yüksektir.
- Bakım masrafları çok yüksektir.
- Arıza halinde yedeklemeleri mümkün olmadığı için tüm üretim hatlarının durmasına neden olur.
- Özel fikstür ve prosese ihtiyaç duyarlar.

En önemli avantajı ise bitmiş gövdede max. +/- 0.5mm tolerans hassasiyetinde delik açabilmeleridir. Ancak bu tip pahalı sistemlerin kullanılmasının mümkün olmadığı özellikle düşük imalat adetli modellerde daha basit ancak +/- 1.5 mm tolerans sağlayabilen sistemlerde mevcuttur. Bunlar

- Kros konumlama deliklerinin son istasyonda braket olarak konumlanması (Şekil 4.5)
- Amortisör kulesi braketinin son istasyonda yüklenmesi (Şekil 4.6)



Şekil 4.5 Kros konumlama deliği braketli çözüm örneği



Şekil 4.6 Amortisör kulesinin son istasyonda yüklenmesi

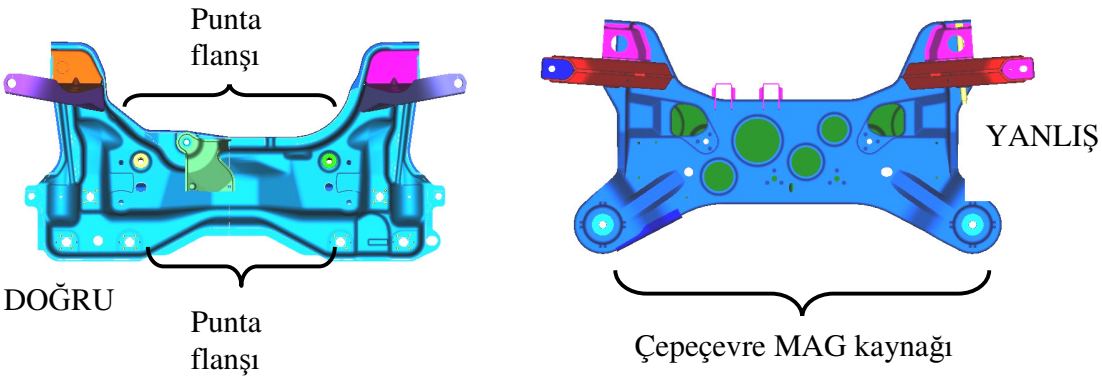
4.2.2 Şasi Aks Noktaları Boyutsal Kontrol Yöntemleri

Günümüzde birçok spor ve üst segment araçların aksları alüminyum ve türevlerinden üretilmeye başlanmış olsa da hem alüminyumun pahalı bir maden olması hem de imalat prosesinin daha özel olması sebebi ile halen alaşımlı çelik aks sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Alaşımlı çelik aks imalatında dikkat edilmesi gereken en önemli husus bu aksların birleştirme proseslerinde yoğun olarak kullanılan MIG/MAG kaynak proseslerinin aksın üzerinde oluşturduğu ısıl deformasyonlar buna bağlı olarak da boyutsal hassasiyetin artmasıdır.

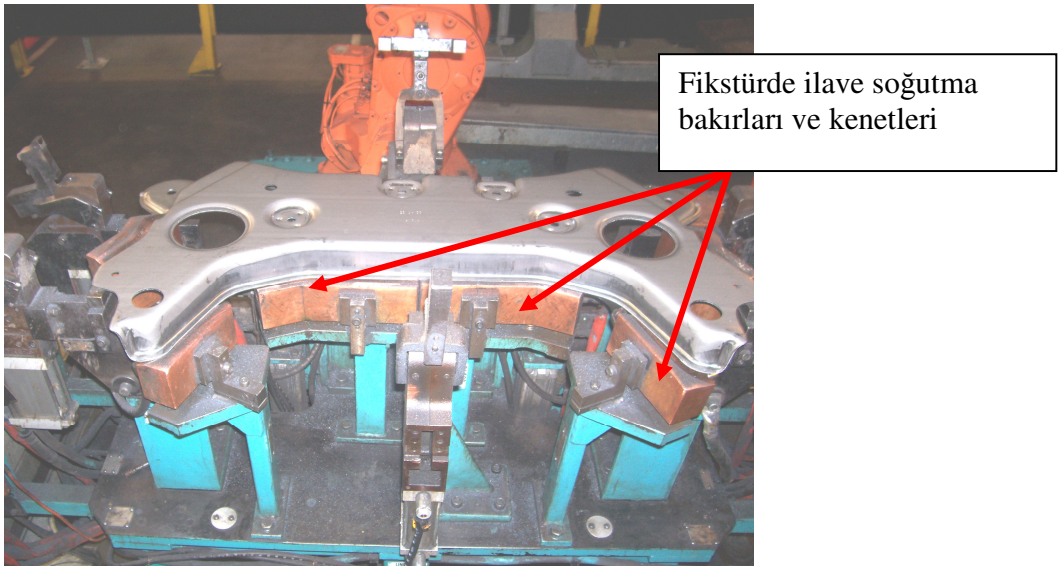
Aks imalatı esnasında dikkat edilmesi gereken noktalar ise;

- Özellikle MIG/MAG kaynak miktarını azaltıcı dizayn çözümleri geliştirilmelidir. (Şekil 4.7)
- MIG/MAG kaynak miktarı azaltılamıyor ise kaynak fikstürlerinde ısıl etkiyi azaltacak ilave sogutma sistemi ve kenet grupları eklenmeli. (Şekil 4.8)

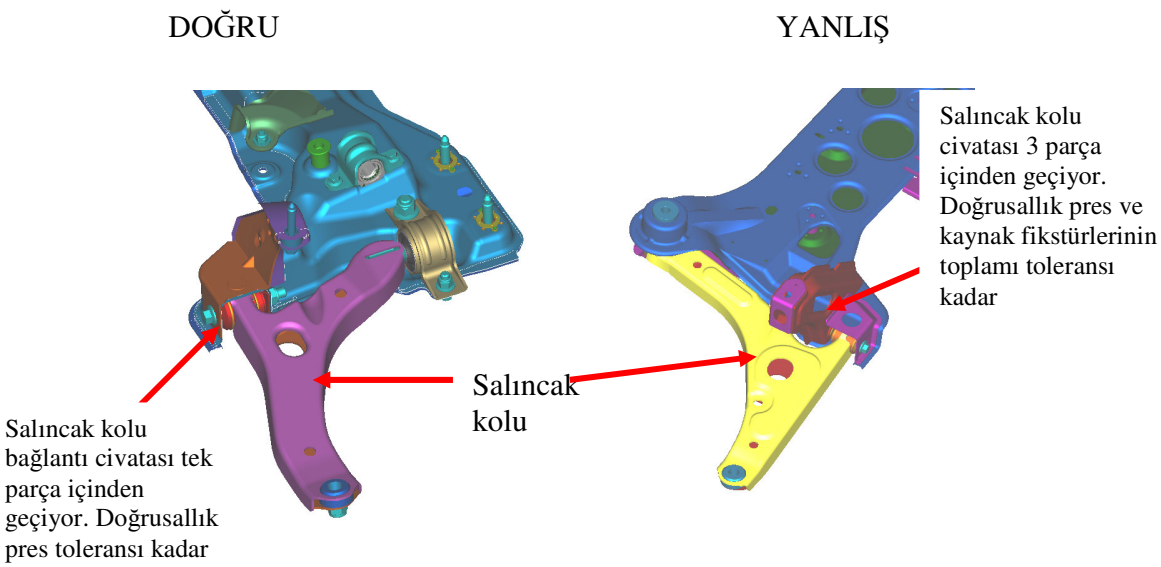
- Salıncak kolu bağlantı noktaları fikstürde tek pim ile konumlanabilmeli (Şekil 4.9)
- Salıncak kolu bağlantı noktaları tek pres panelinden gelmelidir (Şekil 4.9)
- Direksiyon kutusu bağlantısı 'z' ölçüsü fikstürde kolay ayarlanabilir olmalı. (Şekil 4.10)
- Arka aks sabit ise toe ve camber açıları CNC freze ile işlenmelidir.(Şekil 4.11)



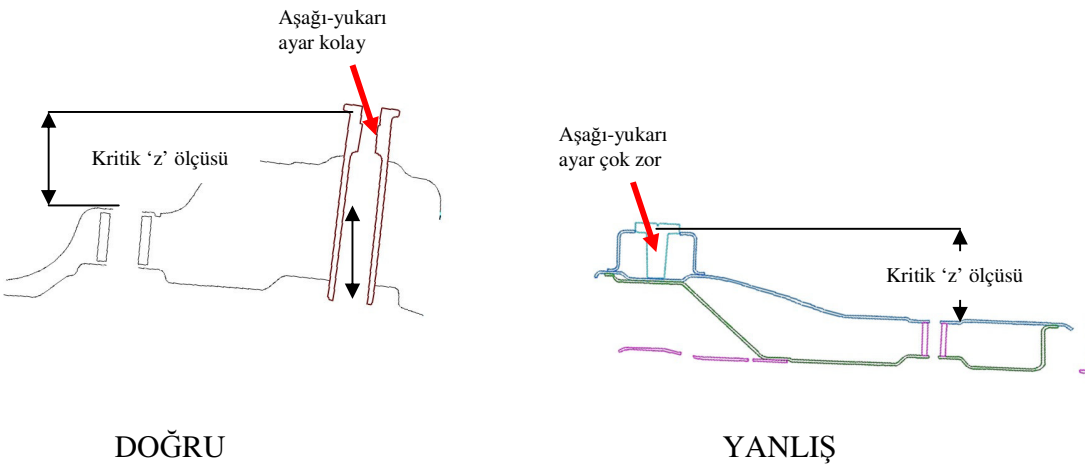
Şekil 4.7 Puntalı dizayn çözümü ile ısıl girdi azaltma çalışması



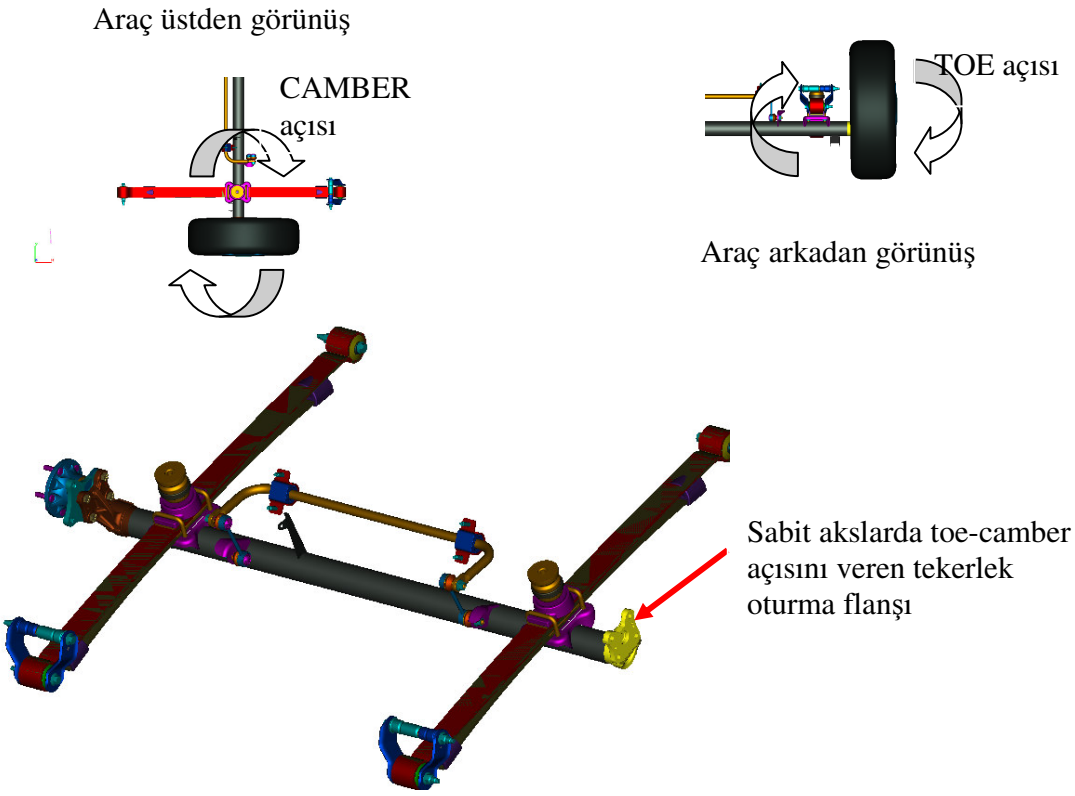
Şekil 4.8 Isıl gerilme azaltma sistemleri



Şekil 4.9 Salıncak kolu bağlantı şekilleri



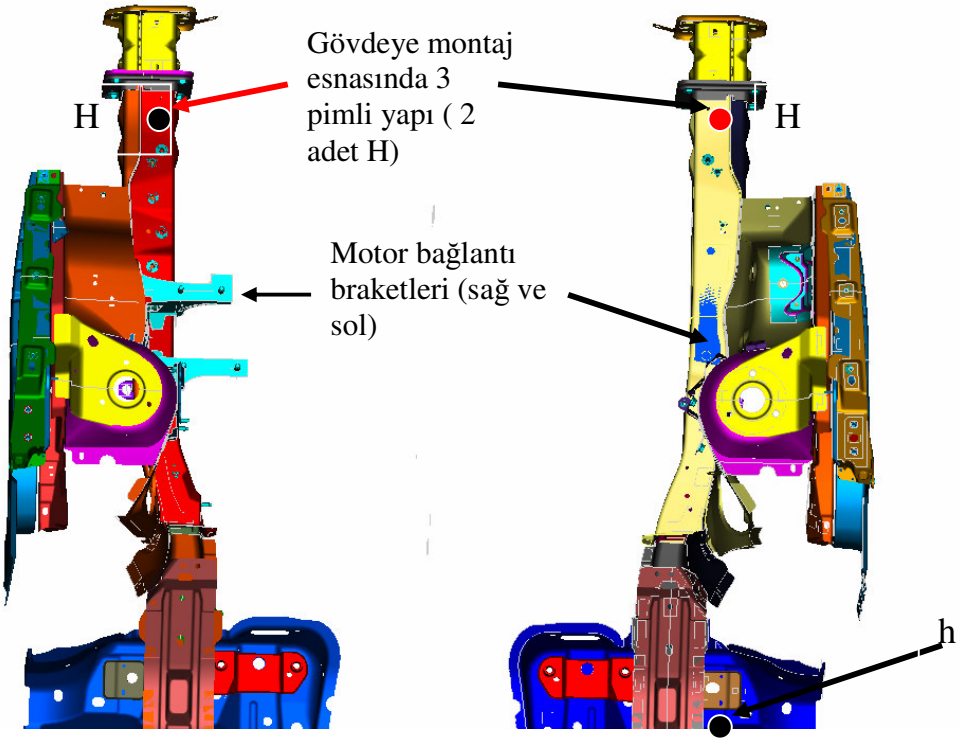
Şekil 4.10 Direksiyon kutusu bağlantı noktasının kolay ayarlanabilir olması



Şekil 4.11 CNC de işlenen sabit aks tekerlek oturma flanşı

4.2 Motor ve Aktarma Organları Noktalarının Seçimi

Motor ve aktarma organları denilinde özellikle; motor, radyatör, intercooler ve şanzıman bağlantılarına dikkat etmek gerekir. Genel itibari ile motor sağ ve sol şase koluna beraber bağlanması itibari ile bu iki şase konunun birbirine göre hareketleri ve bağlantı noktalarının bu şase kollarına göre doğruluğu çok önemlidir. (Şekil 4.12) Aynı zamanda radyatör ve şanzıman noktalarıda dikkat edilmesi gerekir.



Şekil 4.12 Motor bağlantı noktaları

Sağ şase kolu ile sol şase kolunun birbirlerine göre hareketleri motor bağlamada çok etkili olmaları sebebi ile şase kolu komplesi birleştirme istasyonunda 3 pimli yapıya gitmeyi gerektirir.

5. ARAÇ STATİTİĞİNDE KRİTİK NOKTA SEÇİMİ VE BOYUTSAL KONTROL YÖNTEMLERİ

Bu bölümde araç statiği konusundan bahsedilir iken ele alınacak konular aracın dış ve iç kısımlarında müşteri memnuniyetini artırıcı unsurlar ve bunların istenilen boyutsalda olması için gerekli tasarım ve imalat öngörüleri ele alınacaktır.

5.1 Araç Dışı Kritik Nokta Seçimi ve Boyutsal Kontrol Yöntemleri

Araç dışı noktalardan en önemlileri

1. Kapı-kaput ve far bağlantı noktaları
2. Tampon bağlantı noktaları
3. Cam bağlantı noktaları dır.

Bu noktaların bağlantı tasarımları ve boyutsal olarak yetenekli halde tutulmaları aracın dış görüntüsü açısından çok önemlidir.

5.1.1 Kapı-kaput ve far bağlantı noktaları

Bir araçta gövde imalat mühendisliği bakımından en hayati proseslerin başında kapı-kaput ve far prosesleri gelmektedir. Bu proseslerde özel olarak tasarlanmış kapı-gövde konumlama fikstürleri kullanılmaktadır buna fikstürlü konumlama denir. Bunun dışında birde daha çok Japon otomobil imalatcılarında görülen pimli konumlama sistemi vardır.

5.1.1.1 Fikstürlü Konumlama

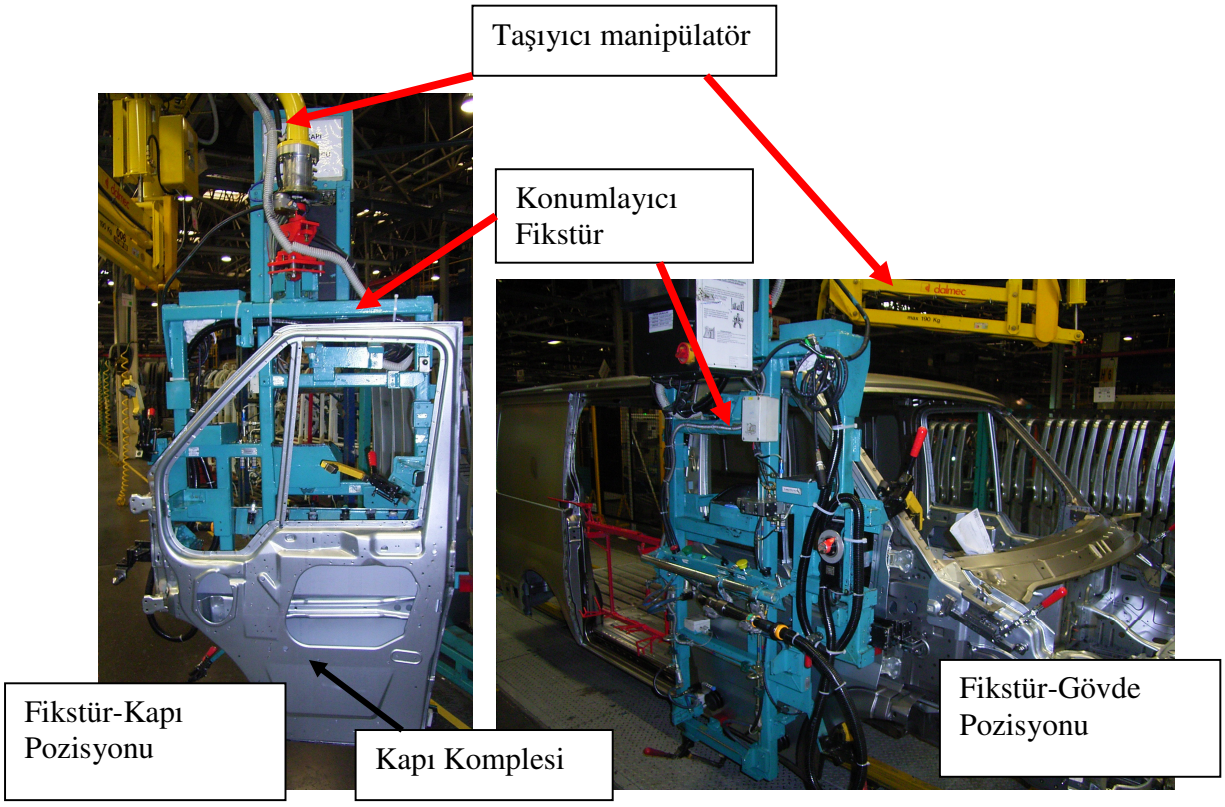
Bu konumlama kavramında her kapı için özel bir fikstür vardır. Bu fikstür kapıyı dış panel referanslarından yakaladıkdan sonra gövde üzerine yan panel referanslarına göre konumlar ve menteşe bağlama prosesleri yapılır. (Şekil 5.1)

Bu prosesin avantajları;

- Kapı ve yan dış panelden doğrudan konumlama sağlaması
- Menteşe değişkenliklerine karşı duyarlı olmaması

Dezavantajları ise;

- İlk yatırımın pahalı olması
- Geniş yer kaplamaları
- Bakım giderlerinin fazlalığı



Şekil 5.1 Fikstür ile Kapı Gövdeye Montajı

5.1.1.2 Pimli Konumlama

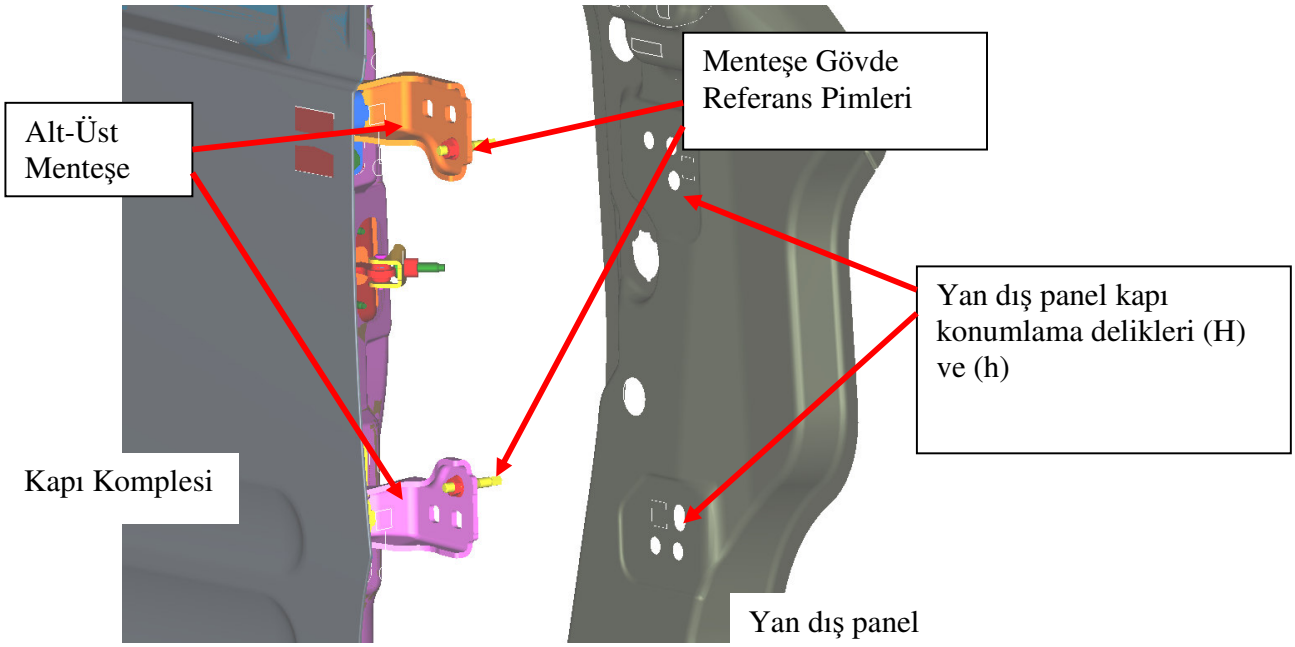
Bu konumlama kavramında ise menteşe üzerinde doğrudan yan panel içine geçen pimler vardır. (Şekil 5.2) Bu pimler kapı toplama fikstürlerinde konumlandıktan sonra bitmiş kapı hiçbir özel ekipmana gereksinim kalmaksızın araca bağlanabilmektedir.

Bu prosesin avantajı;

- İlave kapı-gövdeye konumlama fikstürüne ihtiyaç yoktur
- İlk yatırım çok ucuzdur.
- Proses zamanı kısadır

Dezavantajları ise;

- Pimli menteşe pimsize göre daha pahalıdır.
- Değişik modele sahip yan panelli araçlarda değişkenliğe sebep olur.
- Pimin sıkılması için ekstra prosese ihtiyaç vardır.

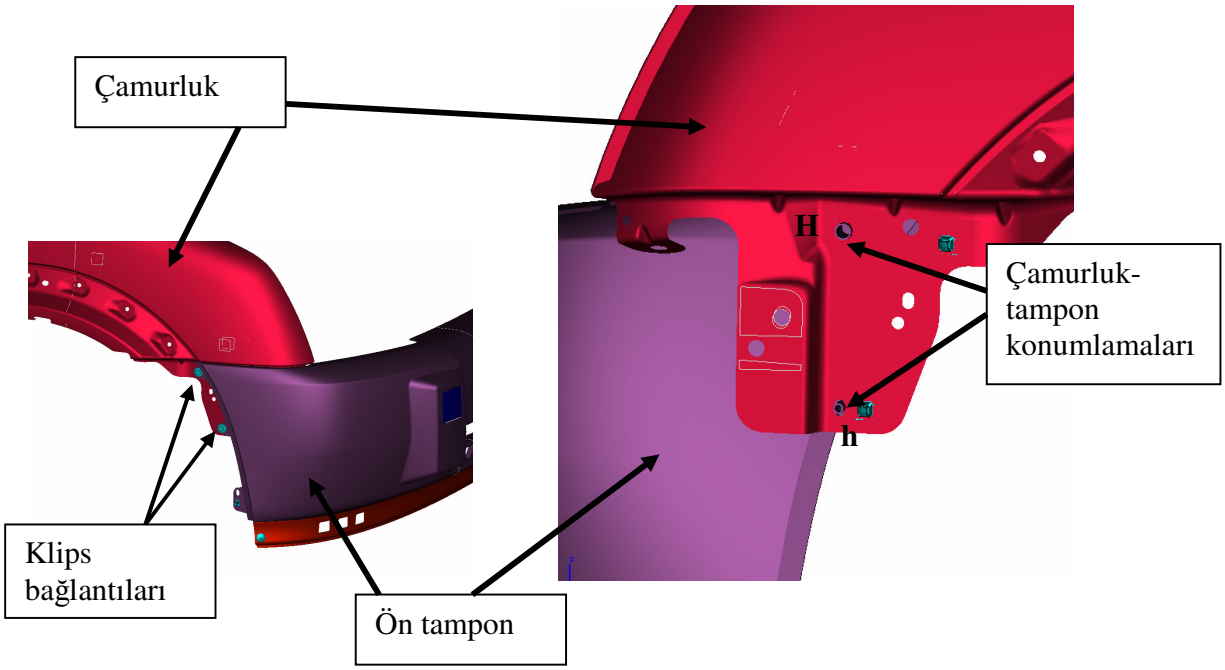


Şekil 5.2 Pimli Kapı Gövdeye Montajı

5.1.2 Tampon bağlantı noktaları

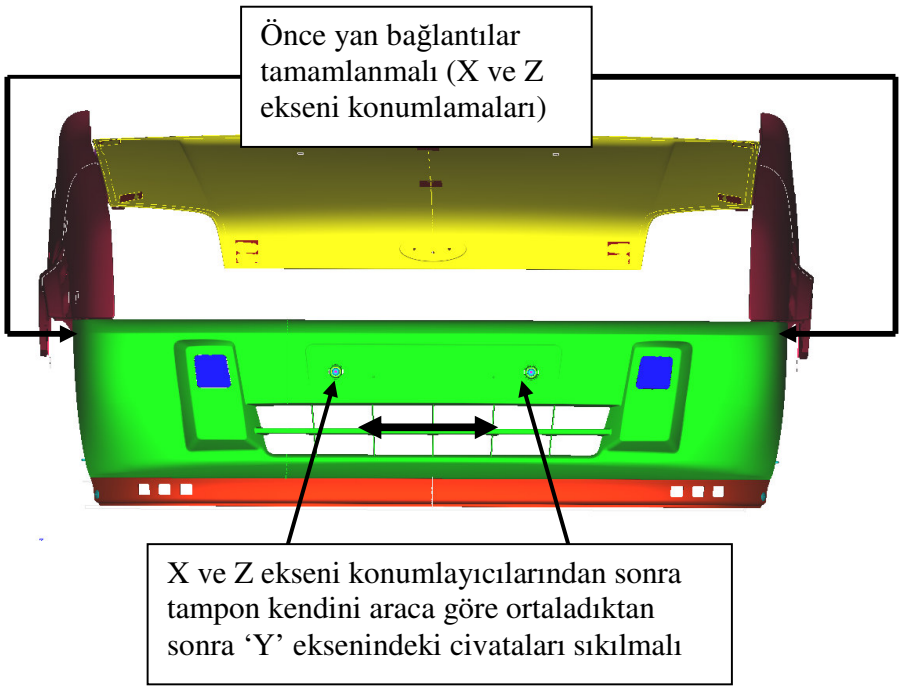
Tampon bağlantılarında istenilen en önemli özellik gövdeye paralel durması ve çamurluklar ile olan uyumudur. Bu özelliklerin yakalanabilmesi için aracın tasarımı esnasında bu yönde çeşitli tedbir alınmalıdır.

Ön tampon özellikle çamurluklar ile bağlantıları rijit ve bağlantı yerlerinde 'x' yönünde konumlandırılmış olmalıdır. (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 'X' yönünde çamurluk tampon konumlaması

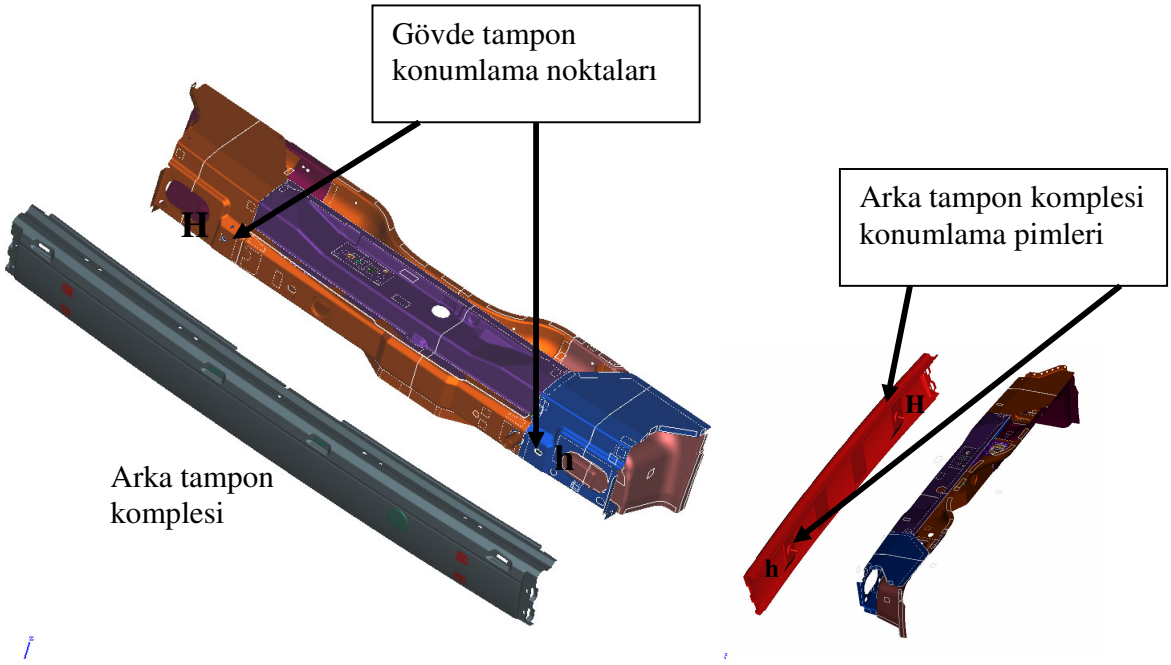
Tamponun çamurluklar ile olan cıvata sıkma prosesi önce bitirilmeli daha sonra ise gövde tamponuna olan bağlantıları yapılmalıdır. Bu sayede tampon 'y' yönünde aracı doğal olarak ortalayacağından, ilave bir ayar prosesine gerek kalmaz. (Şekil 5.4)



Şekil 5.4 'Y' yönünde tampon konumlaması

Arka tampon özellikle paralellik bakımından önem gerektirmesi sebebi ile bu bağlantı noktaları doğrusallık olarak önem kazanır. Arka tamponun gövde bağlantı noktalarının istenilen tolerans bandında gelebilmesi için çeşitli alternatifler vardır

- Gövde halinde iken son yüklenen parça üzerinde tampon bağlantılarının olması halinde toleranslar asgariye çekilebilir.
- Bitmiş gövde de matkap, laser veya zımba ile delinebilirler
- Bağlantı noktalarının 'z' yönünde slot olması halinde montaj hattında ilave aparat yardımı ile tamponun doğrusallığı sağlanabilir. (Şekil 5.5)



Şekil 5.5 Arka tampon konumlaması

5.1.3 Cam bağlantı noktaları

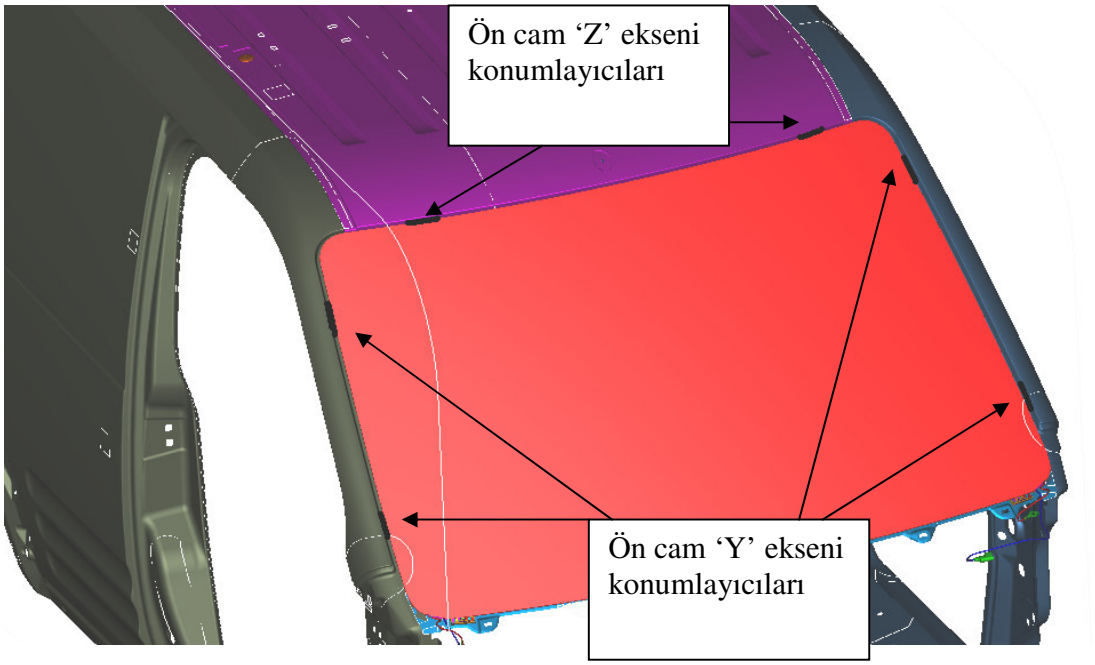
Cam bağlantıları sabit ve hareketli cam bağlantıları olmak üzere 2 ye ayrılırlar.

5.1.3.1 Sabit Cam Bağlantıları

Bu cam çeşitleri gövdeye PU(poliüretan) veya fitil yardımı ile takılırlar ve bir daha sökülemeyen tip camlardır. Ön ve arka camları bunlara örnektir.

Bu tip camlar gövdede bir boşluk içine yerleştirilmeleri sebebi ile gövde boşluğunun doğruluğu ve camın montaj operasyonu esnasında boşluğun ortalanarak yapıştırılması önemlidir. (Şekil 5.6)

Eğer cam için gerekli boşluk olması gerekender dar olması halinde camın boşluk içinde sıkışması ve ilerde muhtemel cam çatlamalarına sebebiyet verebilir. Montaj prosesinde eğer cam boşluğun ortalanandıktan sonra yapıştırılmak yerine A sutunlardan birine dayanmak şeklinde referans alınır ise gövde değişkenliği doğrudan camın sağ ile sol boşluklarının düzensiz olmasına bu da görsel uygunsuzluğa yol açar.

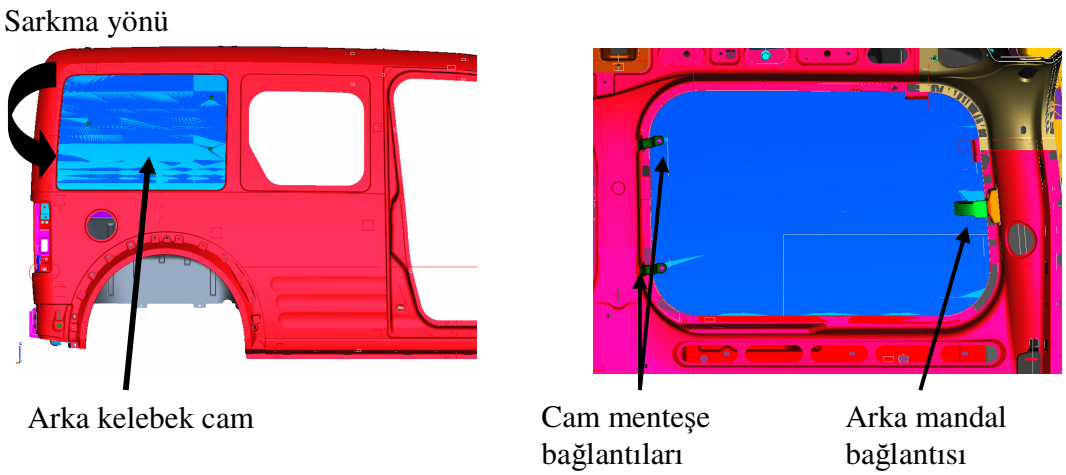


Şekil 5.6 Sabit cam konumlama sistemi

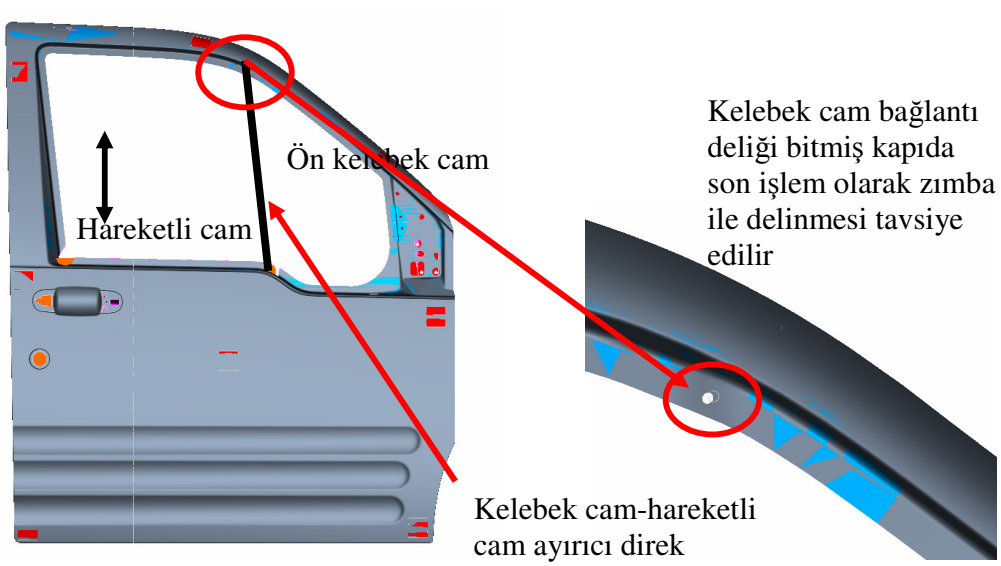
5.1.3.2 Hareketli Cam Bağlantıları

Bu bağlantı şekillerine örnek olarak kapı camları ve kelebek cam bağlantıları verilebilir. Bu cam bağlantı tiplerinde dikkat edilmesi gereken hususlar ise;

- Camın ağırlığından dolayı onu tutan menteşe sistemlerinin bel vermesidir. Bu bel verme oluşması halinde cam açılıp kapandıkdan sonraki gövde ile olan aralık değerleri bozulacaktır. Bu tip bağlantılar daha çok 3 kapılı araçlar veya ticari araçlarda görülen arka kelebek cam bağlantılarıdır. (Şekil 5.7)
- Ön kapıda kelebek cam olması halinde kelebek cam ile hareketli camı ayıran cam direğinin konumu cam açma-kapama eforunda doğrudan etken olup bu direğin bağlantı noktasının bitmiş kapıda sonradan delinmesi tercih edilir. (Şekil 5.8)
- Arka kelebek cam bağlantılarının dış panelden gelmesi tolerans birikmelerini önlemesi sebebi ile tercih edilir.



Şekil 5.7 Arka kelebek cam bağlantı şekli



Şekil 5.8 Ön kelebek cam bağlantı şekli

5.2 Araç İçi Kritik Nokta Seçimi ve Boyutsal Kontrol Yöntemleri

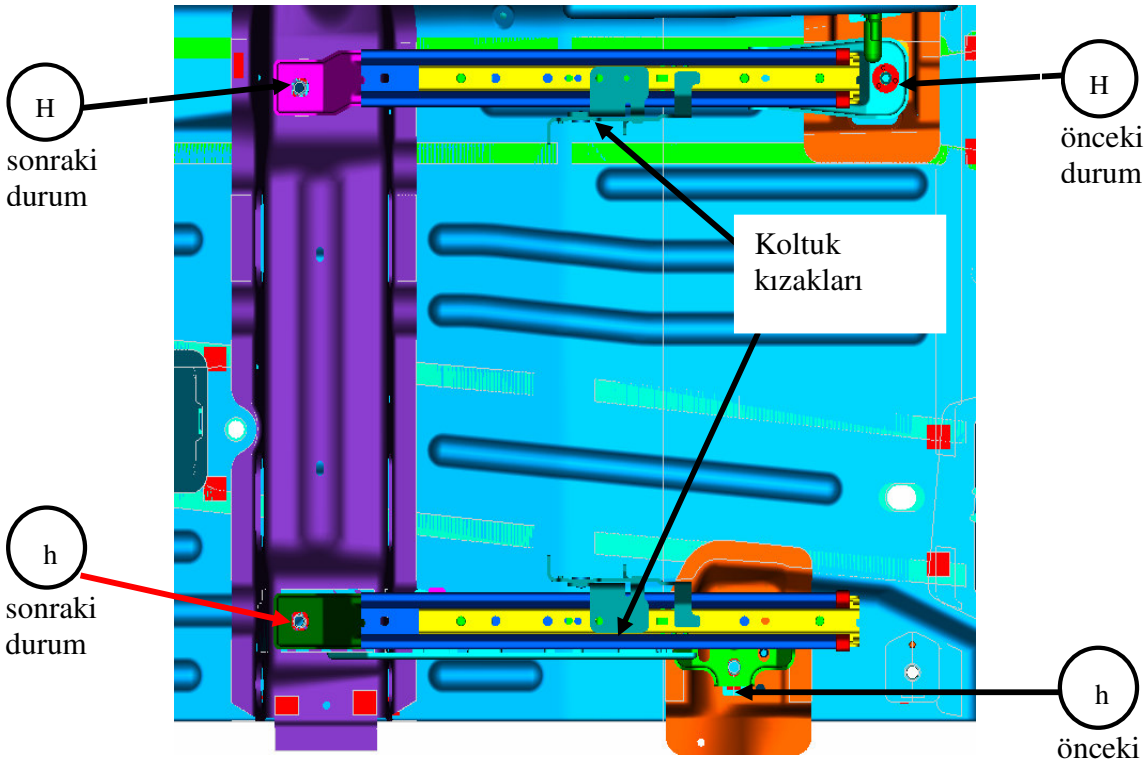
Araç içi noktalardan en önemlileri

1. Koltuk bağlantı noktaları
2. Emniyet kemeri bağlantı noktaları

Bu noktaların bağlantı tasarımları ve boyutsal olarak yetenekli halde tutulmaları aracın iç görüntüsü ve fonksiyonelliği açısından çok önemlidir.

5.2.1 Koltuk Bağlantı Noktaları

Koltuk bağlantılarında dikkat edilmesi gereken konu özellikle ileri geri kızak sistemlerinin birbirine göre konumlarıdır. Bu konumlama toleranslar dahilinde olmaması halinde bir çarpışma halinde kızak konumlayıcılarının sistemden ayrılmasına ve koltuğun yerinden çıkmasına neden olabilir. Bu sebeple Şekil 5.9 da tasarım olarak bu probleme alınan tedbir görülmektedir.

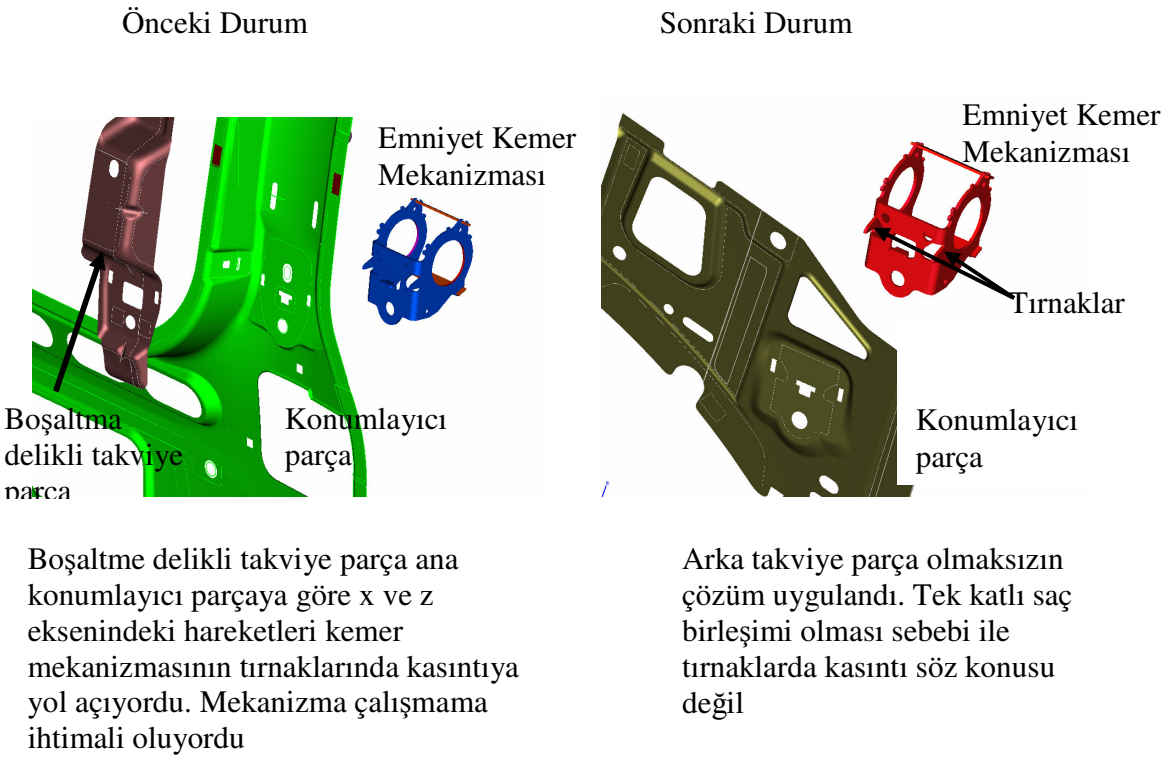


Şekil 5.9 Koltuk bağlantı noktaları

Önceki tasarımda koltuk bağlantılarının referansları arka iki bağımsız braketden gelmeleri sebebi ile bu braketlerin birbirine göre hareketleri kızakların bağıl olarak hatalı takılmalarına neden olmaktadır. Sonraki tasarımda ise koltuk referansları ön yekpare parça üzerine alınarak kızakların bağıl toleransları asgariye indirilmiş oldu.

5.2.2 Emniyet Kemeri Bağlantı Noktaları

Emniyet kemerleri sistemleri gereği ani hareket, takla veya kaza anında kiitlenecek şekilde tasarlanılmaktadırlar. Bu tasarımın tam olarak görevini yerine getirebilmesi için emniyet kemerinin yer düzlemine olan paralelliği çok önemlidir. Bu paralellik araça bağlama anında bozulur ise emniyet kemerinin fonksiyonunu yerine getirememesi durumu ile karşılaşılabilir ki buda kesinlikle istenilmeyen bir durumdur. Şekil 5.10 da emniyet kemerinin rotasyonel olarak doğru olabilmesi için yapılan tasarım geliştirmesi görülmektedir.



Şekil 5.10 Emniyet kemeri bağlantı noktaları

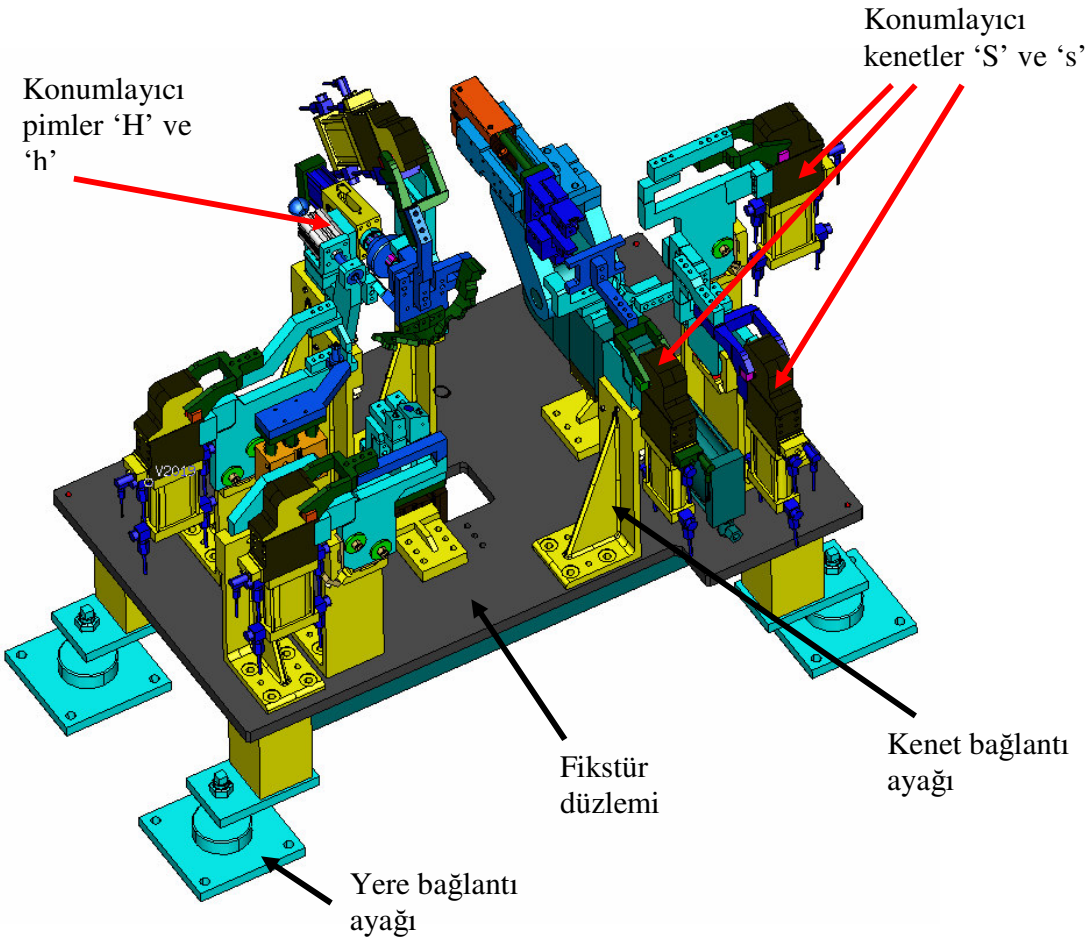
Eski tasarım da emniyet kemerinin üst bağlantısı ile alt antirotasyon bağlantı noktaları farklı paneller üstünde olmaları sebebi ile bu panellerin birbirine göre dönüklükleri emniyet kemerinin araç üstünde dönük durmasına sebeb olmaktaydı. Yeni tasarım ile birlikte alt ve üst bağlantılar aynı panel üstüne taşınmış olup tolerans birikmesi tasarım seviyesinde tutulmuştur.

6. BOYUTSAL KONTROL VE FİKSTÜR TASARIMI

Fikstür doğru pres proseslerinden ölçüsel olarak toleransları dahilinde gelmiş parçaların uzayda olması gereken şekilde konumlayıp birleştirilmesine sağlayan ekipmanlardır. Araç gövde imalatı esnasında en önemli ekipmanı fikstür (Şekil 6.1). En doğru parçalar bile tasarım ve imalat olarak doğru fikstürlerde toplanmazlar ise sonucun doğru olması mümkün değildir. Burada unutulmaması gereken en önemli özellik fikstür doğru parçayı doğru koordinatlarda bir araya getiren ekipmandır. Fikstürden yanlış parçaları doğru olarak bir araya getirmesi beklenilmemelidir.

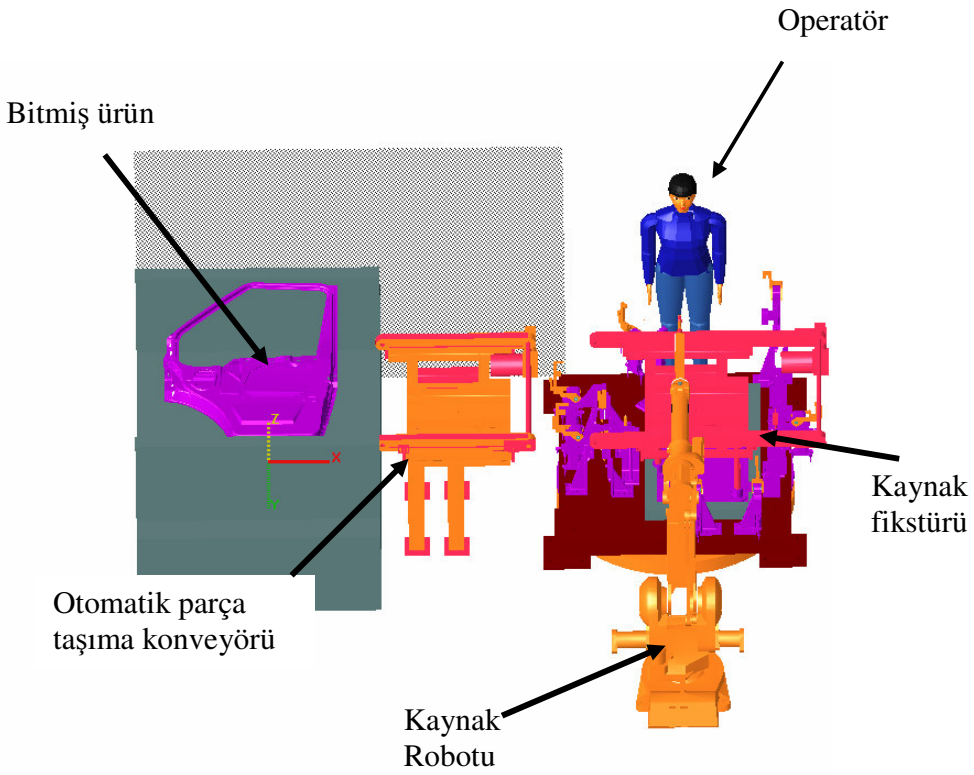
Bir fikstür tasarımında dikkat edilmesi gereken hususlar;

- Parça konumlama resimlerine göre imal edilmelidir.
- Rijit olmalıdır.
- Kenetlerinin otomatik açılıp-kapanır olması tercih edilir. Eğer el ile fikstür kenetleri açılıp kapatılıyor ise proses de kenet açma-kapama sırası belirtilmelidir.
- Model değişimlerinde dört yönlü (H) pimin hareket etmemesi tercih edilir, iki yönlü pim (h) konumlamadığı eksende hareket edebilir. Eğer tasarım gereği (H) pim hareket edecek ise konumlandığı yerde otomatik kilitleme sistemi olmalı
- Üzerinde çok fazla hareketli eleman bulundurmamalıdır.
- Pimlerin mümkün mertebe piston üzerinde olması, eğer kenet üzerinde olacak ise ilave kenede yataklama yapılması gerekir.
- Kenet yüzeylerinden 2x45 pah kırılmış olmalı
- Kaynak proseslerinden çıkan çapak ve kıvılcımlara karşı tüm elektirik ve pnömatik bağlantıları yanmaya karşı dayanıklı olmalı.
- Punta noktalarında punta tabancalarının çalışabilmesine olanak sağlamalıdır.



Şekil 6.1 Temel fikstür tasarımı

Günümüzde bilgisayarlı tasarım uygulamaların artması ile beraber fikstür tasarımlarıda artık CAD ortamında tasarlanıp gerekli tabanca çalışma alanları, ergonomik unsurlar, konumlamaların parça olan girişimleri ve gerekir ise robot uygulamaları bilgisayar ortamında görülebilmektedir. Bu tasarımlarda I-deas, Robcad, Mechanical Design, CATIA gibi programlar yaygın olarak kullanılmaktadır. (Şekil 6.2)

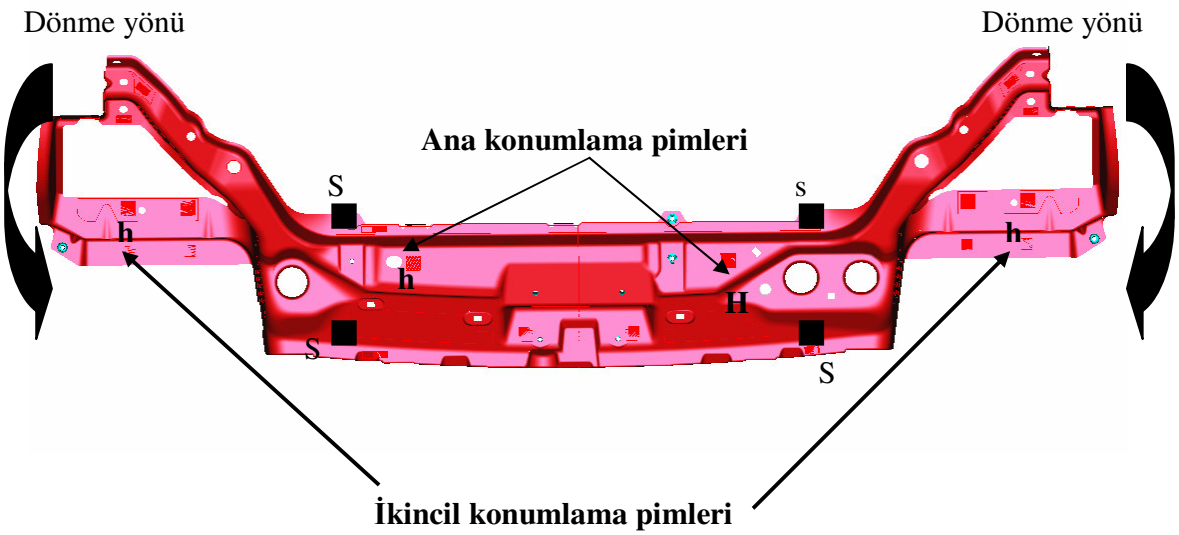


Şekil 6.2 3 Boyutlu fikstür tasarımı

Unutulmaması gereken bir şey vardır ki o da parçanın beklenmeyen esnek davranışlarında konumlama stratejisi ve buna bağlı olarak fikstür tasarımında zaafiyetler olabilmektedir. İşte bu gibi durumların analizi için seri imalatdan önce parça prototip ve fikstür prototipleri ile deneme imalatı yapım aşamasında boyutsal güvenilirlik ekibi ürün tasarımını bilgisayar ortamında tam olarak algılanılması zor olan esneklik bakımından gözden geçirmeli ve gerektiği hallerde konumlama sistemini ve fikstür düzeltmelerini yapmalıdır.

Parça tasarımında esnekliğin ekrandan tam algılanamamasına en iyi örnek radyatör traversi (GOR) dır. Temel konumlama stratejisi 3-2-1 burada yetersiz kalmış parçanın aşırı esnek hali nedeni ile ilave pim ve kenet grupları eklenilmiştir (Şekil 6.3)

Aynı şekilde çok büyük panel konumlamalarında (taban sacı, yan iç panel gb.) ilave pim kullanılması doğru olur.



Şekil 6.3 GOR konumlama kavramı

Konumlama pimlerinin arası mesafe (H ile h) toplam boyun %80 ninden az olması sebebi ile uç noktalarda dönme meydana gelmiştir. Bu nedenle daha sonra ilave pim ve yüzey eklenmiştir

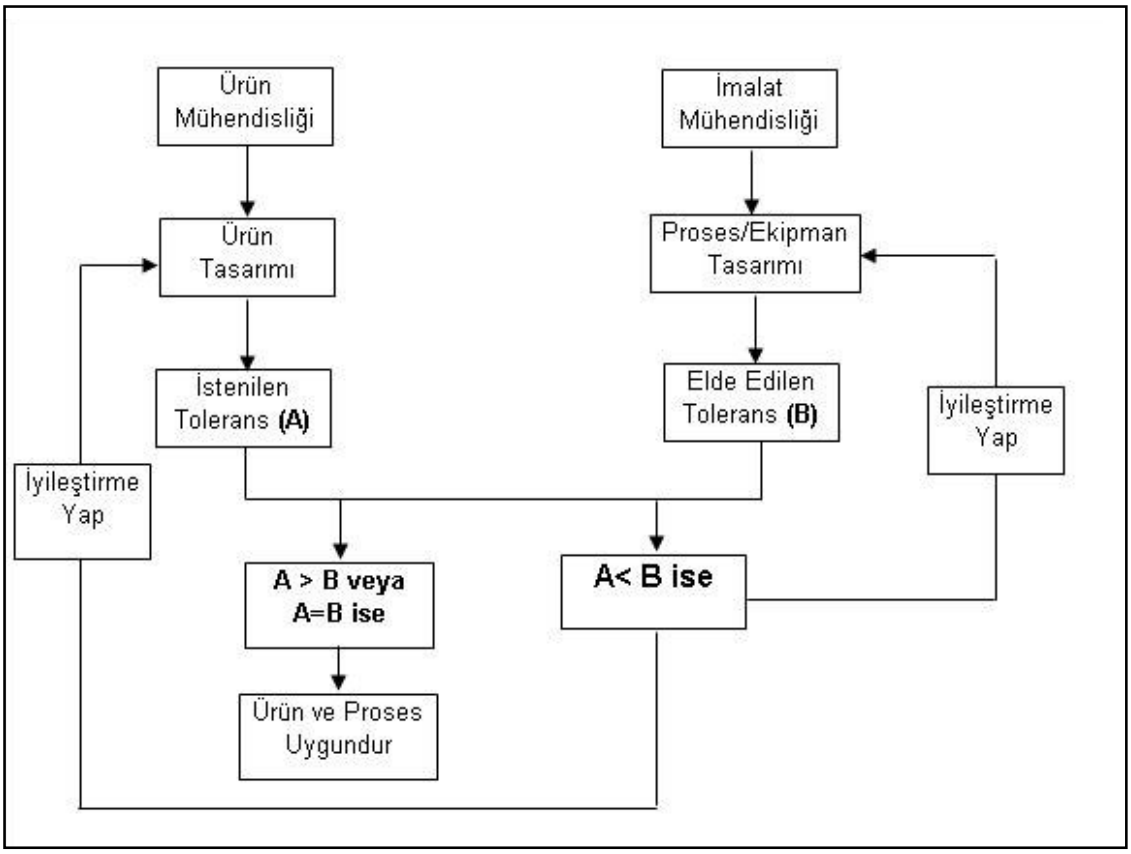
7. TOLERANS HESAPLAMASI (RSS)

İmalat mühendisliği bakımından ürün mühendisliği tarafından izin verilen tolerans bandı ile tasarlanan proses ve fikstür den çıkacak ürünün bu tolerans bandı içinde kalıp kalamayacağının hesaplanması gerekmektedir. Aksi takdirde speklerde olmayan bir ürün imal edilmiş veya zaten hiç üretilemeyecek toleranslarda bir ürün istenmiş olur. Bu gibi durumları ortadan kaldırmak için tasarımın erken devresinde çapraz bir ekip organizasyonu içinde tolerans hesaplaması yapılması gerekmektedir. [6]

Bu çalışma aşagıdaki tabloda belirtilen şekilde olmalıdır. (Tablo 7.1)

Bu çalışmalar esnasında imalat mühendisliğin tasarladığı proses ve ekipmana göre elde edeceği toleransı doğru hesaplaması çok önemlidir. Bu tolerans hesaplama metoduna RSS denir.

Tablo 7.1 Ürün-Proses Geliştirme Çalışma Diyagramı



7.1 RSS Nasıl Hesaplanır

RSS parça ve ekipmanların doğal değişkenliklerinin proses sırası ile üst üste binmesi doğrultusunda hesaplanır. Bu hesaplama metodunda bazı doğal tolerans kabulleri yapılır. Bunlar mm olarak;

Ana konumlama delikleri çap toleransı: +/-0.05

Parça üzerinde presden gelen delik konum toleransı: +/-0.25

Parça üzerinde presden gelen deliğin çap toleransı : +/- 0.1

Parça form toleransı: +/-0.7

Fikstür konumlama toleransı: +/- 1.0

Fikstürden fikstüre geçişte ana konumlama deliği değişiyor ise: +/- 1.0

Not: Tüm bu tolerans hesaplamaları esnasında parçanın rijit ve transferi esnasında şekil değişimine uğramadığı kabul edilir.

Şekil 7.1 de RSS örneği gösterilmiştir.

Bu örnekte iki parça üzerinde bulunan A ve B noktalarının arasındaki mesafe puntala operasyonu sonrasında ne kadarlık bir tolerans bandında gezeceğinin hesaplanmasıdır. Bunun için önce A deliğinin üzerinde bulunduğu parça üzerindeki toleransını hesaplayalım;

A deliği konum toleransı: +/- 0.7

A deliğinin çap toleransı: +/- 0.25

Aynı şekilde B deliği;

B deliği konum toleransı: +/- 0.7

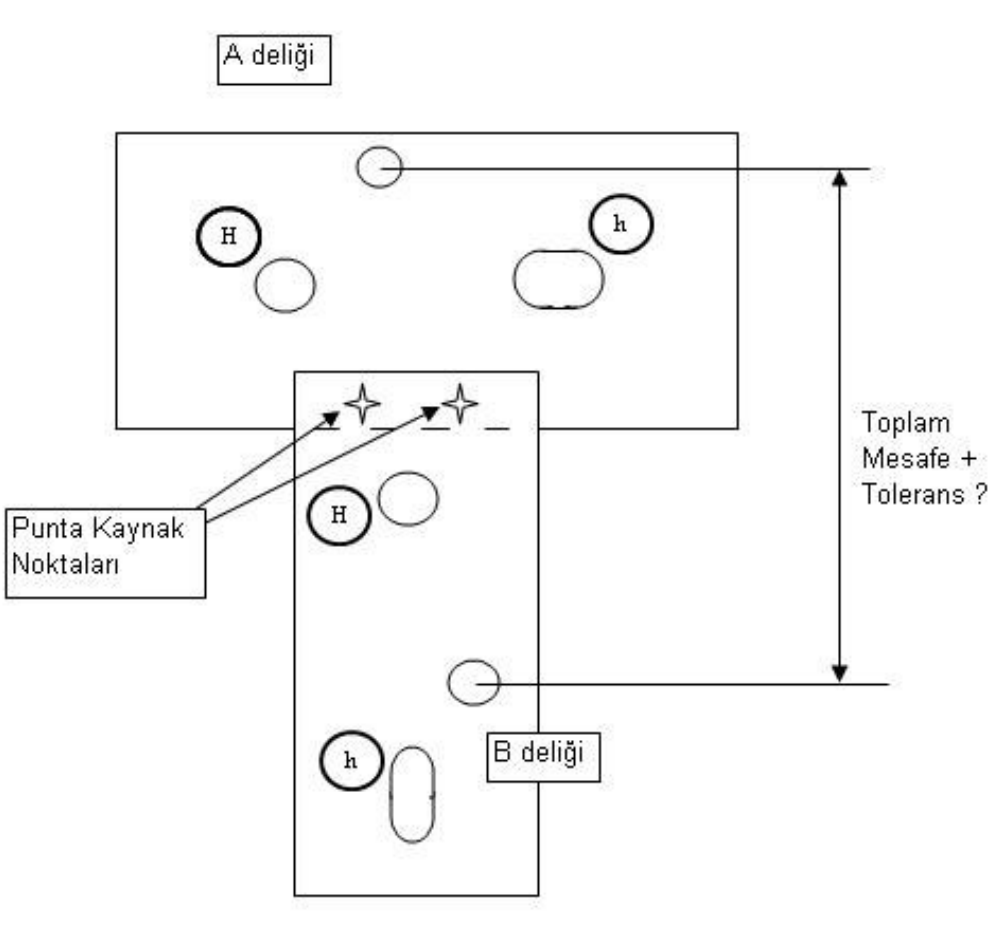
B deliğinin çap toleransı: +/- 0.25

İki parçanın fikstürde birleştirme toleransı: +/- 1.0

Toplam Tolerans: $\underbrace{\sqrt{(0.7)^2 + (0.25)^2}}_{\text{A Deliği}} \underbrace{+ (0.7)^2 + (0.25)^2}_{\text{B Deliği}} \underbrace{+ (1.0)^2}_{\text{Fikstür Toleransı}}$

Toplam Tolerans: +/- 1.45 mm dir.

Eğer bu iki noktaya birden montaj hatlarında bir parça takılacak ise bu toleransı karşılayabilecek bir tasarım sahip olması gerekir.



Şekil 7.1 RSS Uygulaması

8. YETENEK ARTTIRMA ÇALIŞMASI

Parça ve proses değişkenliklerinin bır çıktısı olarak tanımlayabileceğimiz Cp ve Cpk değerlerinin yükseltilmesi konusunda izlenmesi gereken yöntem Şekil 8.1 de gösterilmiştir. [6]

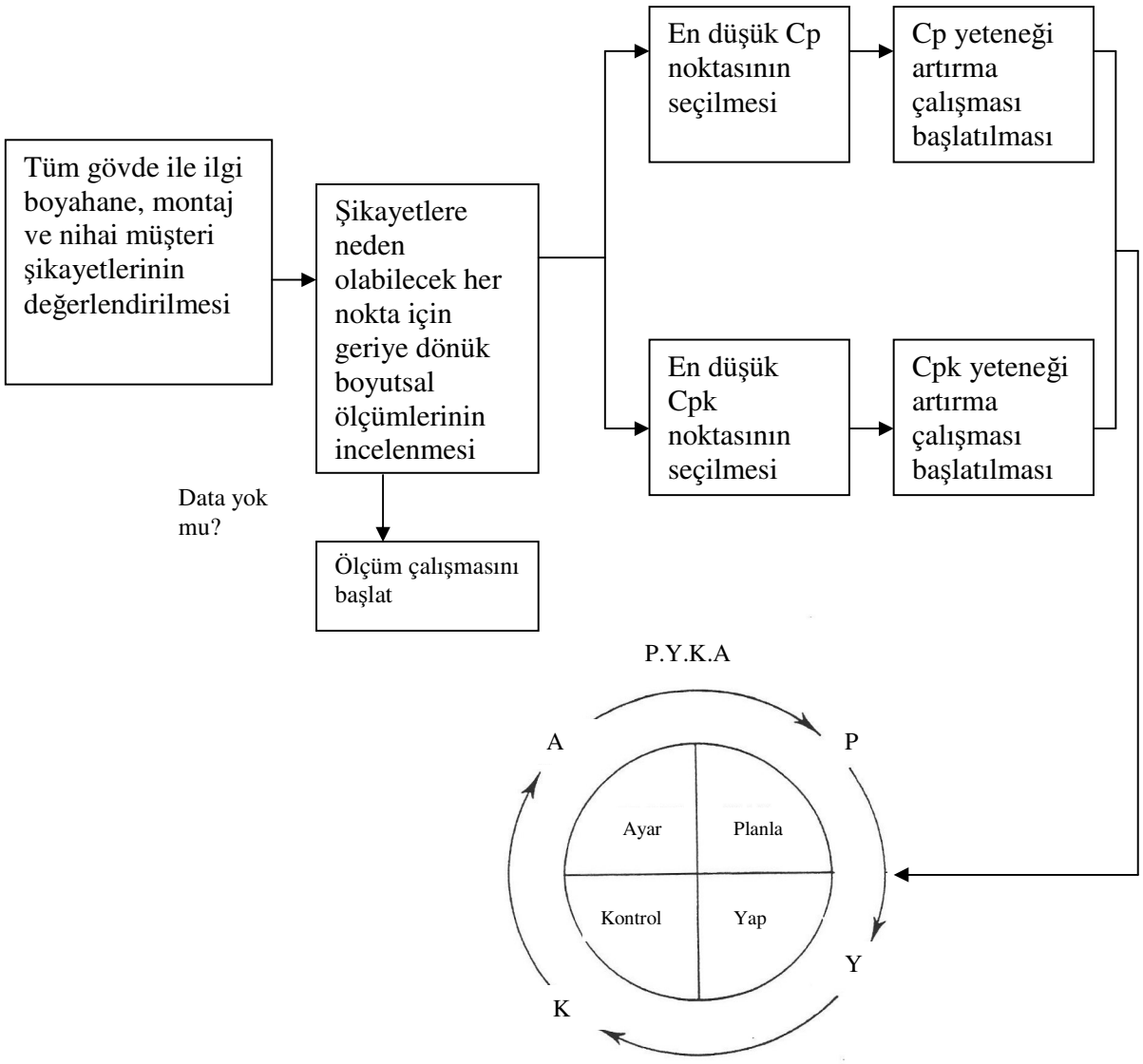
8.1 Yetenek Artırma Çalışmalarında İzlenecek Adımlar

1. Cp-Cpk artırımı için nokta seçimi
2. Noktanın proses akış şemasının çizilmesi
3. Proses kontrolü yapılması
4. Ekipman kontrolü yapılması
5. Cp-Cpk daki iyileşmenin gözlemlenmesi

şeklinde sıralanabilir.

Burada unutulmaması gereken ise Cp ve Cpk nın iyileştirilmesine doğrudan etkisi olan 2 özellik vardır.

1. Prosesdeki değişkenliklerin azaltılması
2. Prosese doğrudan etkisi olan özelliklerin spesifikasyon limitlerinin değiştirilmesi (parça toleranslarının azaltılması gibi)



Şekil 8.1 Cp/Cpk Yetenek Arttırma Akış Diagramı [5-6]

8.1.1 Cp-Cpk Artırımı İçin Nokta Seçimi

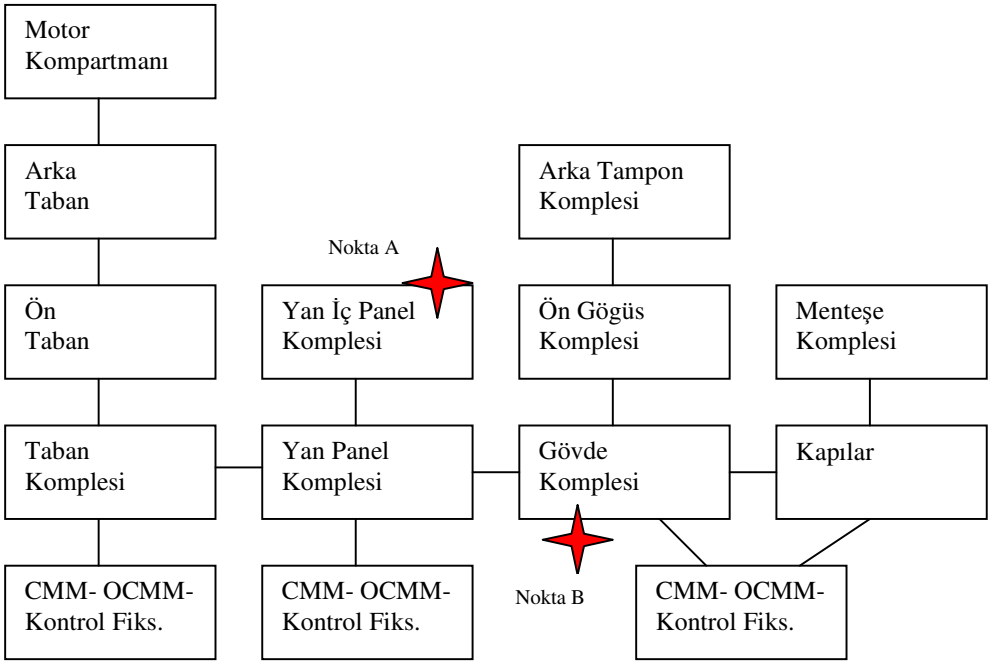
Bu noktaların seçiminde dış müşteriden gelmiş olan probleme neden olabilecek noktalar tahmin edilmeye çalışılır. Bu nokta seçiminde işe öncelikle Cp nin artırılması ile başlanılmalıır. Çünkü Cp prosesin kararlılığını gösterir. Cpk ise kararlı bir prosesde nominalden uzaklıkdır ki genelde kararlı prosese ulaşıldığında ekipmanın ayarları değiştirilmek yolu ile Cpk kolayca arttırılabilir.

8.1.2 Proses Akış Şeması Çizilmesi

Prosesin akış şemasının çizilmesi sayesinde probleme etken olan ve olmayan özellikler kolaylık ile görülebilir bu sayede özellikle probleme etken olmayan noktalar ile uğraşılmayarak zaman kazanılmış olunur. Şekil 8.2 de gövde üretimi için çizilmiş bir akış diyagramı bulunmaktadır.

Bu şemadan anlaşılacağı gibi mesela yan iç panel komplesindeki (Nokta A) bir problem için taban veya gövde analizi yapmaya gerek yoktur.

Ancak gövde istasyonu sonrası oluşan bir nokta (Nokta B) ile ilgili çalışma yapıyor isek o zaman taban ve yan komplelerde çalışma ve analiz gereklidir.



Şekil 8.2 Proses Akış Şeması

8.1.3 Proses Kontrolünün Yapılması

Proses kontrolü, tüm proses sayfalarının gözden geçirilmesi ile yapılır. Bu gözden geçirme esnasında şu sorulara cevap aranmalıdır;

1. Tüm proses ekipmanları düzgün çalışıyor mu?
2. Proses sıralaması doğru mu?

3. Prosesi yapan operatörlerde değişiklik var mı? Varsa yeni gelenler eğitimli mi?
4. Proses sıcaklık, nem gibi durumlardan etkileniyor mu?
5. Ham malzeme kaynağında bir değişiklik var mı?
6. Bakım işlemlerinde bir değişiklik olmuş mu?
7. Tezgah/ekipman periyodik olarak ayarlanıyor mu?

Bu sorulardan herhangi birine daha öncekinden farklı bir cevap alınmış ise hemen gerekli düzeltme yapılmalıdır. Eğer mevcut proses, proses sayfasında tanımlanandan daha uygun ise hemen proses sayfaları güncellenmelidir.

8.1.4 Ekipman Kontrolünün Yapılması

Gövde atölyesinde kullanılan en önemli ekipman fikstür ve punta tabancalarıdır.

Fikstür kontrolü;

1. Tüm konumlama yüzeyler temiz olmalıdır (çapak, toz vs olmamalı).
2. Kenetler kapalı halde iken elle zorlandığında sallanmamalıdırlar.
3. Eğer ünitelerde şimleme (ayarlama) yapılmış ise şim kayıt defterinde yazıyormu incelenmeli, şimlerin tamam olduğunu teyid et.
4. Kenetler kapandığında kenet üst yüzeyi ile parça arasında max.0.25mm boşluk olduğunu *feeler mastarı* ile kontrol et.
5. Parça yüklendiğinde tüm yüzeylere oturduğundan emin ol.
6. Parça yüklendiğinde oynama yapmamalı, eğer oynuyor ise pim çaplarını kontrol et aşınanları yenisi ile değiştir.
7. Proses sırasına göre diğer parçaları yükle.
8. Yeni parçada da 5. maddeden itibaren aynı kontrolleri yap.
9. Tüm parçalar yüklendikden sonra kenetleri kapat (pimlerin kenetler kapanmadan önce konumlama deliklerine geçmiş olmalarına dikkat et.)
10. Kaba konumlayıcıların parça ile temas etmediğinden emin ol.

11. Kenetlerin parça flanşına çarpmadığından emin ol.
12. Kenetlerin stoperlerinin ayarlanmış olduğunu kontrol et.
13. Tüm kenetler kapandıkdan sonra parçalar el ile zorlandığında sallanmamalı.

Punta tabancası kontrolü;

1. Tabanca ucları birbirinden kaçık olmamalı.
2. Tüm punta noktalarında tabanca yüzeye dik konumlanmalı.
3. Robot veya manuel tabanca balans bozukluğu olmamalı.

8.1.5 Cp-Cpk daki iyileşmenin gözlenmesi

Tüm çalışmaların sonucunda bulunan uygunsuzlukların tamamlanması ile beraber alınmaya başlanan yeni datalar ile Cp ve Cpk daki iyileşme gözlemlenir. Eğer ulaşılan değerler kısa dönem için Cp, Cpk 1.67 nin üstünde ise uzun dönem SPC çalışması yapılarak prosesin devamlılığı sağlanır.

Tablo 8.1 de ise Cp/Cpk değerlerinin neden olduğu uygun olmayan ürün adedi dağılımı vardır.

Tablo 8.1 Cp/Cpk ya göre uygunsuz ürün adedi

(Minimum Uygun Olmayan Ürün Adedi / Milyon)

Cp Değeri	Min % Uygun Olmayan Ürün	Cpk Değeri	Min % Uygun Olmayan Ürün
1.33	0.01	1.33	0.01
1.00	0.27	1.00	0.27
.67	4.56	. 67	2.28
.50	13.36	.50	6.68
.33	31.74	.33	15.87
.20	54.86	.20	27.43
.10	76.42	.10	38.21
0	100.00	0	50.00
		- .10	61.79
		- .20	72.57
		- .33	84.13
		- .50	93.32
		- .67	97.72
		- 1.00	99.73
		- 1.33	100.00

9.SONUÇ VE TARTIŞMALAR

Bu çalışmada, boyutsal kontrol kavramının,otomotiv sanayiindeki uygulamaları ve kullanım yöntemleri tanıtıldıktan sonra Ford Otosan Fabrikası baz alınarak otomotiv sektöründe ki boyutsal kontrol operasyonları ve onların takip sistemleri incelenmiştir. Artan rekabet ortamı , yükselen müşteri beklentileri nedeni ile boyutsal kontrol kavramlarını ve onun ekipmanlarında iyileştirme zorunluluğu doğurmuştur.Şuan geldiğimiz seviyede bir aracın statik ve dinamik özelliklerini doğrudan etkileyen noktaların doğru ve istenilen yetenekde olabilmeleri ancak tasarım aşamasından itibaren doğru bir konumlama stratejisi izlenilmesi ile mümkün olduğu çok açıktır. Bu stratejide ki yapılan yanlışlar veya ilerleyen imalat safhalarında kritik noktalarının yeterinde iyi takip edilmemesi sonucunda ciddi müşteri şikayetleri alınabilmektedir. Doğru konumlama stratejisinin izlenilmesi parça boyutları, parçanın fonksiyonu, şekli, uygulanacak bağlantı sisteminin (punta, civatalı birleştirme, MIG/MAG vs.) seçimi gibi kriterler ile bağlantılı olduğu unutulmamalıdır.

Kaliteli ve güvenilir araç üretme şartının tasarımla başladığını kabul etmemiz gerekir. Bu sebepledir ki aracın tasarım ananından itibaren Ürün Geliştirme Mühendisliği (ÜG) ile İmalat Mühendisliğinin (İM) çok yakın ilişki içinde bulunması, imal edilemiyecek bir tasarımın doğmasının önüne geçer. Şu unutulmamalıdır ki araç tasarımı ve geliştirmesi süreci boyunca ÜG ve İM leri arasında oluşabilecek önceliklerin doğru belirlenememesi tartışmaları nedeni ile bir çok başarısız model doğmuş ve çok kısa süre içinde de imalatdan kaldırılmak zorunda bırakılmıştır. Önemli olan ÜG ve İM nin farklı iki ekip olmadıkları ve tek bir hedefe koşan tek ekip olduklarının bilincine varmalarıdır. Tabi ki zaman zaman ekiplerin kendi öncelikleri (ÜG için; çarpışma testleri, uzun yol dayanımı, korozyon vs, İM için; kolay imal edilebilirlik, arıza olasılığı, yerleşim problemleri) doğrultusunda tartışmalar çıkabilecek olsada önemli olanın aracın nihai başarısı olduğu unutulmamalıdır.

Seri imalat öncesinde ki prototip imalatı denemelerinde tasarlanmış konumlama kavramının başarılı olup olmadığı test edilmeli eğer dizayn esnasında görülememiş eksiklikler bulunması halinde seri imalat öncesi bu eksiklerin giderilmesi (dizayn değişikliği ve ekipman revizyonu gibi) gerekir.

Tasarım esnasıda ki en büyük handikaplardan biri olan parça esnekliği ve kalıp sonrası davranışlarının tam olarak tasfir edilememesi prototip imalatında görülmesi çok hayati önem taşır. Bu nedenledir ki prototip imalatları sadece test araçlarının üretimi olarak algılanmamalı aynı zamanda seri imalatın provası olduğu unutulmamalıdır.

Doğru tasarım ve başarılı konumlama kavramları bir aracın boyutsal olarak doğru ve yüksek kaliteli olması için yeterli değildir. Bunlar başlangıç aşamasındaki adımlar olup bunların imalat esnasında doğru olarak izlenmesi ve kritik noktaların kontrol altında tutulması proseslerinin de eksiksiz yapılması şarttır. İmalat esnasında bu tip takip prosesleri konu içinde belirttiğimiz CMM, OCMM, kontrol fikstürleri gibi ekipmanların yetişmiş elemanlar tarafından etkin kullanılması ile mümkündür. Kontrol ekibinin Kalite Güvence departmanı haricinde özellikle imalat ekibi içinden seçilmesi problem çıkma anında imalata doğrudan müdehale edilmesi ve gerekir ise imalatın durdurularak geçici ve kalıcı önlemlerin alınmadan imalata devam edilmemesi prensibi açısından önemlidir. Gelişen teknoloji ile ölçüm örnekleme adetleri yükselmekte ve OCMM gibi ekipmanlar sayesinde %100 e ulaşılmaktadır. Bu ekipmanın olmadığı durumlarda ise örneklemelerin %2-3 mertebesinden az olmaması ve mümkün mertebe kritik noktalarda SPC çalışmasının yapılması gereklidir.

Ford-OTOSAN bünyesinde yada yan kuruluşlarında konumlama stratejilerinin performanısını etkileyen faktörler üzerine yapılan deneyler ve çalışmalar incelenerek deneylerin sonuçları sunulmuştur.

Burada özellikle hafif araç üretiminde gittikce önem kazanan alaşımlı çelik kullanımı beraberinde yüksek geri yaylanmayı (spring back) getirmektedir. Bu nedenle artık bu tip malzemelerin kullanıldığı tasarımlarda parça imalat kalıp proseslerinin iyi etüd edilmesi ve konumlamalara sadık kalınması ürün doğruluğu için şarttır. Ayrıca çok ince saçların kullanıldığı kesitlerde de özellikle sacın kolay şekil değiştirebildi ve buna göre uygun bir konumlama seçilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Esas olan basit ve ucuz araç üretebilmektedir. Bunun için tasarım ve imalatta yalın davranmak, akıllı tasarım çözümleri kullanarak pahalı imalat ekipman yatırımına gitmemek günümüz rekabetci ortamındaki en önemli konudur.

KAYNAKLAR

[1] Locator and Measuring Point Documentation, 1995. Version 4, Manufacturing Engineering .

[2] Little, A., 1996. Styling Guidebook for Stamping and Structure.

[3] Body Area Management Dimensional Control for Quality, 1994. Second Edition, Ford Motor Company.

[4] Automotive Handbook, Second Edition, BOSCH .

[5] Global Die Buyoff Procedure, 1996. Stamping Engineering, Ford Motor Co.

[6] Process Control Boards, 1998. Revision 3.0, Ford Production System.

[7] Chappel, E.L. , 1992, Pierce Angle Book, Ford Motor Company.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Denizli' de doğan Fatih AYDOĞDU orta ve lise eğitimini Denizli'de tamamladı. 1992 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nde eğitim hakkı kazanarak,1996 yılında mezun oldu.Aynı sene İstanbul Teknik Üniversitesi'n de Yüksek Lisans Eğitimine basladı.1998-1999 yılları arasında çeşitli kuruluşlarda metot mühendisi olarak çalıştı. 2000 yılından bu yana Ford Otosan Gölcük Fabrikası Gövde Üretim Bölümünde Proses Ekip Lideri olarak çalışmaktadır.İyi derecede ingilizce bilen Fatih AYDOĞDU, I DEAS, AutoCAD, Visplus gibi 3 Boyutlu dizayn programlarını kullanabilmektedir.