GEOMETRİK BOYUTLANDIRMA VE ÖLÇÜ TOLERANSLARININ ARIZA VE PERİYODİK BAKIMA ETKİSİ*

Emrah ERDOĞAN**
Bakım Mühendisi -
Tam Gıda San. ve Tic. A.Ş. Eskişehir
eerdogan@etigida.com.tr

ÖZET

Bir makina konstrüksiyonunda benzer işlevi yerine getirecek elemanlar her seferinde boyutlandırılmazlar. Fonksiyonel yönden tatmin edici olgunluğa erişmiş parçalar standartlaştırılır. Bunlar norm ya da standart adı altında duyurulur (TS, DIN, EN, ISO gibi).

Standartlaşma sayesinde hem maliyetler düşecek hem de konstrüksiyonun her aşamasında, çizimden üretime, üretimden montaja ve sonrasında ise işletme ve bakım için büyük kolaylık sağlanacaktır. Standartlaşma, değişmesi gereken parçaların uyumu açısından pratiklik ve ekonomiklik sağlamakla birlikte sık sık karşılaştığımız problemlere kişiye bağlı, farklı çözümler yerine doğruluğu ve uygunluğu kabul görmüş çözümler sunmaktadır.

Standartların böylesine yer ettiği günümüzde geometrik boyutlandırma içerisinde ölçü toleransları çok büyük önem arz etmektedir. Toleranslar-geçmeler, tolerans kaliteleri uluslararası standartlara bağlanmıştır. Makina üreticilerinin bu çerçevede tasarladıkları makinaların, işletme esnasında karşılaşılan arıza ve planlı bakımlarda, makina üreticisinin ya da standart makina elemanı üreticilerinin belirlediği ölçü toleranslarına uymaları, makinaların güvenilirliğini arttırarak verimlilik ve işletme maliyetine olumlu katkılar sağlayacaktır.

Bu durumda "bakım mühendisliği"nde "geometrik boyutlandırma ve ölçü toleransları" incelemesi öncelikle eksiksiz biliniyor, mutlaka yapılıyor ve sürekli iyileştiriliyor olması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ölçü, geometrik toleranslar, ileri ölçüm cihazları, tolerans, teknik resim, arıza bakım, zaman bazlı bakım, duruş maliyeti, bakım maliyeti

The Effect of Geometrical Sizing and Measurement Tolerances on Breakdown and Periodical Maintenance

ABSTRACT

In a construction of machine, the parts that perform similar functions are not been sized at all times. The parts which are ripped functionally are standardized. These are named as standards or norms. (TS, DIN, EN, ISO, etc.)

Due to standardization, the costs will decrease and also in all of the stages of construction, from drawing to production, from production to installation and after this, it will be a big easiness for operation and maintenance. Standardization will provide practicality and efficiency for alignment of parts that should be changed, and also provide solutions of which the accuracy and compliance are accepted instead of ones changing people to people. Economic problems but we have so often attached to people, instead of different solutions for accuracy and compliance solutions offer accepted.

Inside geometric dimensioning the measurement tolerances have great importance when the standards such placed in these days. Tolerances and the quality of tolerances have been linked to international standards. During breakdown and planned maintenance in production, if the user complies with the measurement tolerances that determined by the producer of the machine, it will provide efficiency and reduction for the costs of production.

In this case, in "maintenance engineering" first of all examination of the "geometric tolerances and dimensional sizing" must be known, performed absolutely and improved constantly.

Keywords: Measurement, geometrical tolerances, advanced measuring devices, tolerance, technical drawings, breakdown, time based maintenance, cost of production stance, cost of maintenance

** İletişim yazarı

* Bu makale 22-25 Ekim 2009 tarihlerinde Makina Mühendisleri Odasınca Denizli'de düzenlenen IV. Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi'nde bildiri olarak sunulmuştur

GİRİŞ

Geometrik boyutlandırma ve ölçü toleranslarının günümüzdeki hâle nasıl geldiği anlaşılmadan, bu tekniğin bakım mühendisliğinde nasıl kullanılacağını kavrayamayız. Bu yüzden gelişimin tarihine bir göz atmak gerekir.

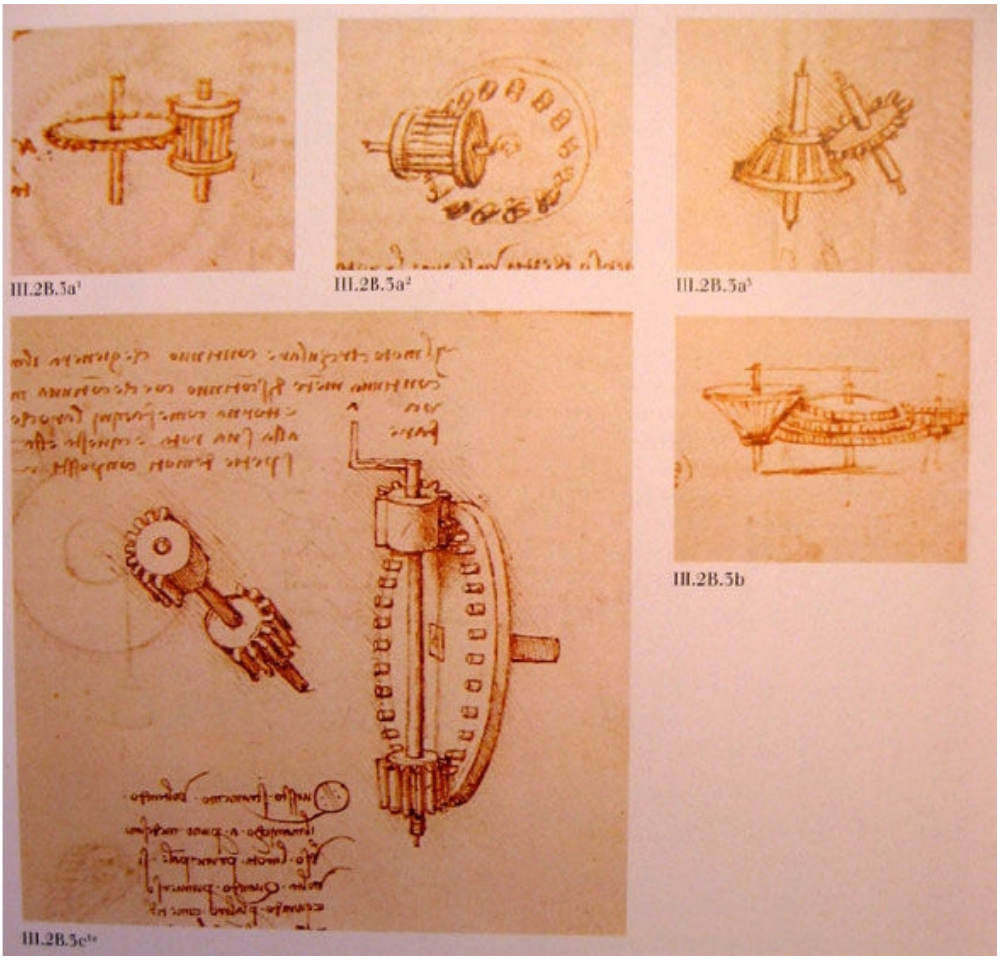
Ölçülendirme ve Toleransın Tarihsel Gelişimi:
Kullandığımız ürünleri ölçülendirme gereksinimi M.Ö. 6000 yıllara kadar dayanmaktadır. O tarihte Nil'de kol dirseğinden orta parmak ucuna kadar mesafe "Royal Cubit" olarak tanımlanmıştır. Royal Cubit 45 ile 48 cm arasında değişen mesafe olup, Mısır'daki piramitlerin yapımında "100 Royal Cubit" değeri kullanılmıştır. Piramitlere tolerans boyutundan bakıldığında kullanılan her bir taş bloğunda 30 cm'ye yakın farklılıklar olacağı anlamını da taşımaktadır. Standartların gelişmesi Royal Cubit'i 524 ± 2 mm'ye eşitlenen bir ölçü hâline getirmiştir.

Tarihsel gelişim içinde ölçüm, toplum içinde kullanımını sürdürmesine karşın ölçüye uygulanan tolerans uygulamalarda görülmemektedir. Bununla beraber teknik resim olarak tanımlayabileceğimiz tasarım çalışmalarında da ölçü ve tolerans kavramına rastlanılmamaktadır. Bunun en belirgin örneklerini Leanardo Da Vinci'nin tasarım çalışmalarını yaptığı teknik resimlerle örneklendirebiliriz (Şekil 1).

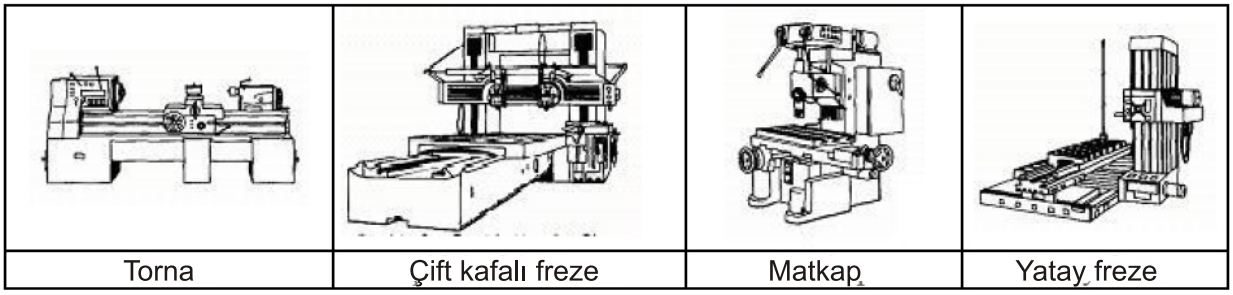
Leonardo Da Vinci'nin teknik resimlerde ölçü ve tolerans gösterilmemesinin farklı nedenleri olabilir.

- Teknoloji tanımının temellerinin atıldığı dönemde yapılan her teknik resim yeni bir icat (taslak tasarım) olabilir.
- Ürünün gerçek ölçüsel boyutları tecrübe, gözlem ve deneme-yanılmayla yapılan imalat sonucunda ortaya çıkmıştır.
- O dönemde seri üretim ihtiyacının olmaması teknik resmin tanımını gereksiz kılmıştır.

Zaman içindeki değişimlerle artan tüketim seri üretim düşüncesini oluşturmuştur. Seri üretim, ürünü oluşturan



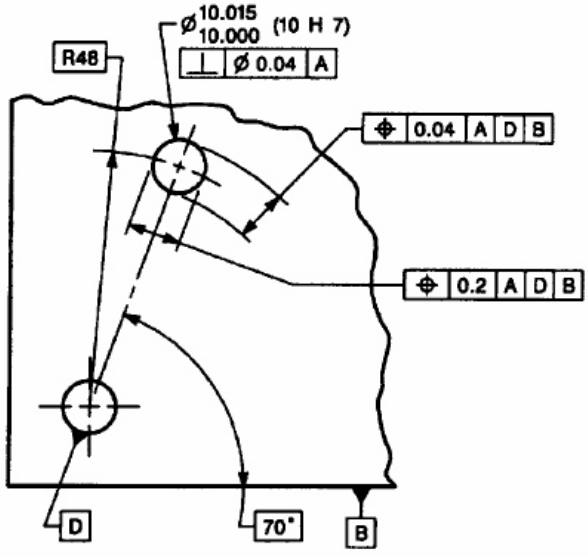
Şekil 1. Leonardo Da Vinci'nin Dişli Aktarım Teknik Resimleri (M.S. 1500)



Şekil 2. İkinci Nesil Yarı Otomatik Seri Üretim Tezgahları

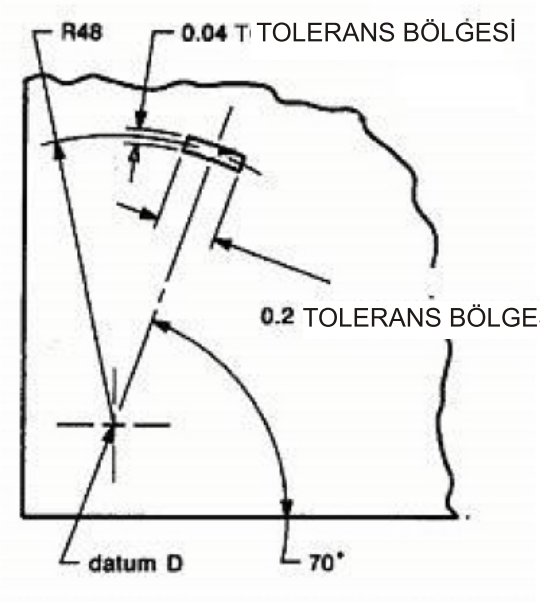
parçaların montaj edileceği yerden bağımsız üretilmesi ve montaj edilmesi olarak özetlenebilir. Seri üretimde aynı parça farklı zamanlarda, farklı kişilerle, farklı tezgahlarda üretilebilir olması parçanın tanımlama ihtiyacını ölçülendirilmiş teknik resim olarak ortaya çıkarmıştır.

1900'lü yılların başından itibaren, seri üretimle birlikte ürünlerdeki parçaların değiştirilebilir olma gereksinimi artırmıştır. Özellikle savunma sanayi ürünlerinde parçalarının değiştirebilir olma özelliği yerine getirilebilmesi gereken en önemli şartlardan birisi sayılmıştır. Değiştirebilirlik özelliği ürünlerin imalat tolerans kavramının da başlangıç noktası olmuştur. Değiştirilebilirlik zaman içinde iki farklı tolerans metoduyla gelişme göstermiştir. Bunlar "ölçülemeyen hassaslık" ve "ölçülebilen sapma miktarı" dır.



Sekil 3. Konum Toleransı Verilmiş Delik (Yıl: 1994)

Şekil 3' te verilen toleransın, delik yerleşiminin 0.04x0.2'lik bir bölge içinde olabileceği Şekil 4 'te gösterilmektedir.

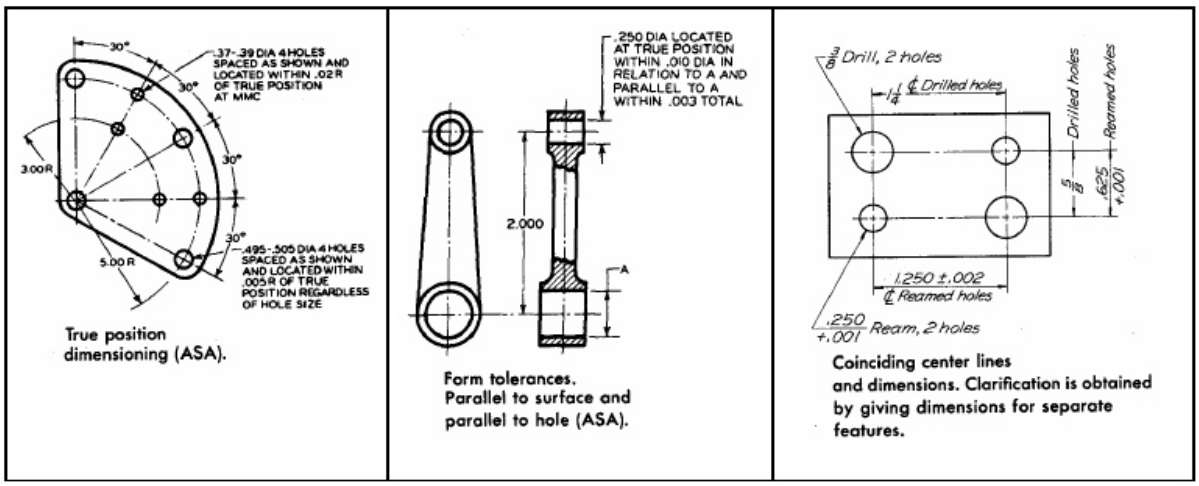


Şekil 4. Toleransın Fiziksel Açıklaması

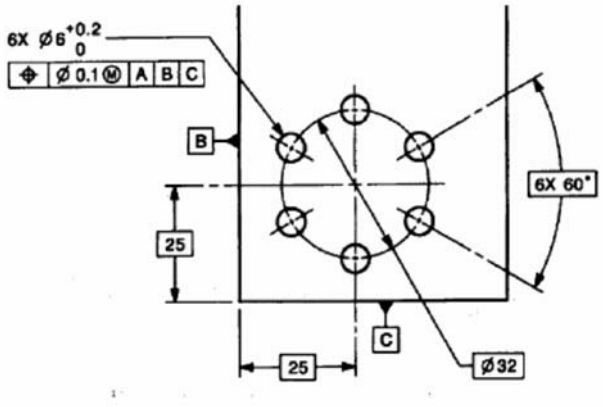
Teknik Resim Standartları Tarihçesi

Ölçülendirme ve tolerans tanımların gelişmeyle birlikte ürünün tanımlanma kurallarının oluşturulması gerekliliği ilk örneğini 1911 yılında ilk basımı yapılan Charles J. Vierck ve Thomas E. French'in Mühendislik Çizim El Kitabı'nda görülmektedir. Tolerans tanımından ilk defa 1929 yılındaki 4. baskısında yalnızca 1 paragraf olarak bahsedilmesi bu yıllara kadar imalat toleranslarında mastar aparat kavramının ne kadar etkin olduğunu göstermektedir. 1966'da basılan French ve Vierck'in Mühendislik Çizimi Kitabı'nın 10. baskısında Amerikan Standartlar Birliğine (ASA) göre verilen en çok malzeme koşulu, paralellik (//) ve artı/eksi tolerans (±) gösterimleri Şekil 5'te belirtilmiştir. Toleransların tolerans sembolleri yerine yazısal olarak resimlerde belirtilmesi 1966'lı yıllarda bile ölçülebilen sapma miktarı düşüncesinin olgunlaşma aşamasında olduğunu göstermektedir.

French ve Vierck'in Mühendislik Çizimi 10. baskısında



Şekil 5. Paralellik ve Tolerans Gösterim Örnekleri (yıl:1966)



Şekil 6. Konum Tolerans Gösterimi (Yıl:1994)

TOLERANS TANIMI	ASME Y14.5M	ISO
DOĞRUSALLIK	—	—
DÜZLEMSELLİK	▱	▱
DAİRESELLİK	○	○
SİLİNDİRİKLİK	⌭	⌭
PROFİL (ÇİZGİ)	⌒	⌒
PROFİL (YÜZEY)	⌓	⌓
ÇEVRE BOYUNCA	⌀	⌀
AÇISALLIK	∠	∠
DİKLİK	⊥	⊥
PARALELLİK	//	//
KONUM	⌖	⌖
EŞ MERKEZLİLİK	◎	◎
SİMETRİ	⌯	⌯
DAİRESEL YALPALAMA	↗	↗
TOPLAM YALPALAMA	⌰	⌰
EN ÇOK MALZEME DURUMU	Ⓜ	Ⓜ
EN AZ MALZEME DURUMU	Ⓛ	Ⓛ

Şekil 7. Konum Tolerans Gösterimi (Yıl:1994)

Amerikan Standartlar Birliği (ASA)' ne göre teknik resimdeki paralellik ve tolerans gösterim örnekleri (yıl:1966) Şekil 5'te gösterilmiştir.

1930 yılında Stanley Parker, ilk defa konum tolerans teorisini Kraliyet Torpido Fabrikası' nda gerçekleştirmiştir. Daha sonraki yıllarda İngiliz Donanması tarafından da standart hâline getirilmiştir.

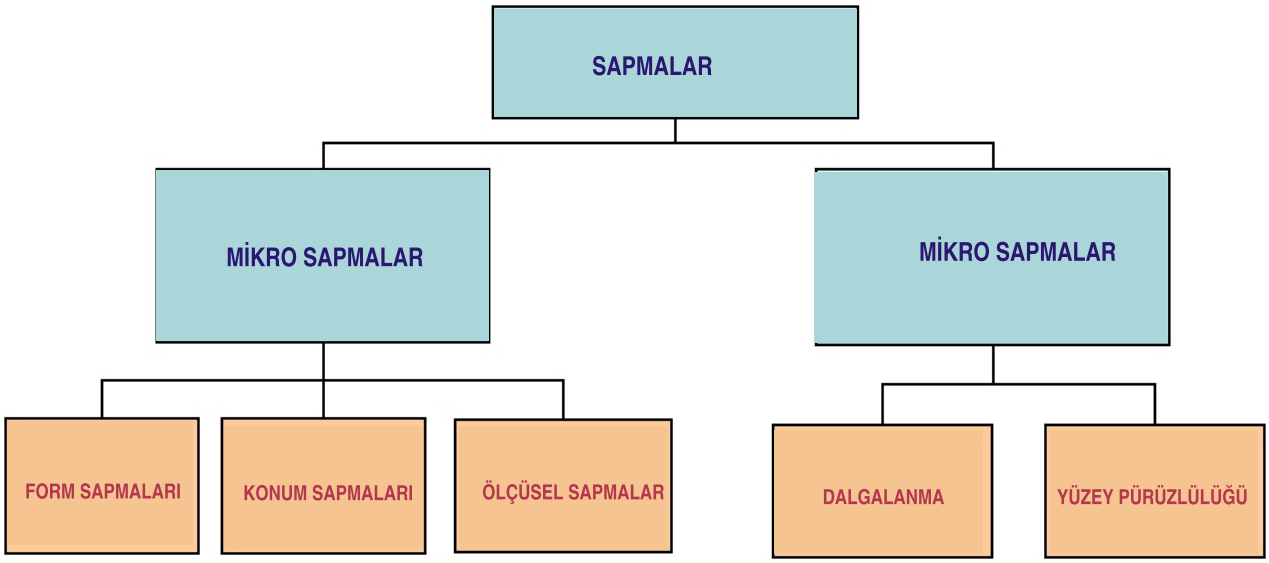
Tolerans Sembolleri:

Ölçülendirme ve toleranslarla ilgili ilk Amerikan Askeri Standardı 1949 yılında yayımlanmıştır (MIL STD-8) ve 1953 yılındaki revizyonunda (MIL STD-8A) toleranslar için sembol tanımına geçilmiştir. Şekil 7'de tolerans sembolleri ASME Y14.5M ve ISO ile karşılaştırılmalı olarak örneklendirilmiştir. Örneklenen sembol gösterimlerinin her iki standart için aynı olması, uluslararası düzlemde imalatın da standart hâline geldiğinin göstergesidir.

TOLERANS BİLİMİNİN MODERN HALİ

Günümüzde ölçü ve yüzey toleransları konusunda üretici ve tüketiciler belirli bir seviyeye gelmiş durumdadırlar. Bunlar üretilen malzemenin kalitesini belirten ayrıntılardır. Ürün fiyatını doğrudan etkileyen ve markalaşmayı sağlayan unsurlardandır. Artık üretici kataloglarında bile belirtilen, ayrıntısı hakkında kolayca bilgi edinebileceğimiz bir konu hâline gelmiştir.

Ancak hâlâ geometrik toleranslar yeterince bilinmemekte ve uygulanmamaktadır. Bunun nedeni form sapmalarının kolaylıkla ölçülememesi, modern ölçüm cihazlarına ihtiyaç duyulması olabilir. Bu nedenle özellikle form sapmalarının anlaşılması ve ileri ölçüm cihazlarının araştırılması daha önemli hâle gelmiştir.



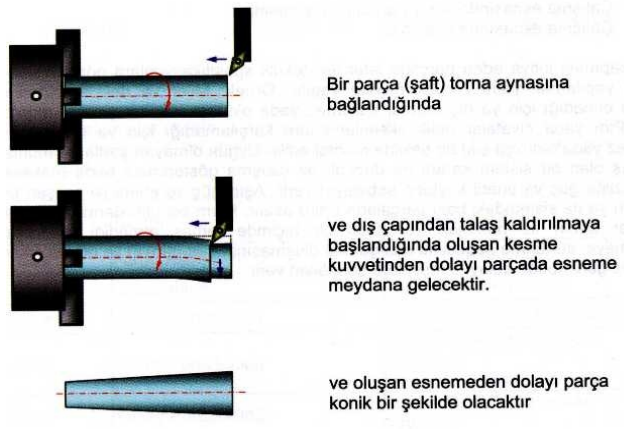
Şekil 8. Sapmaların Sınıflandırılması

Üretilmiş iş parçalarında bulunan sapmaları Şekil 8'de gruplandırmak mümkündür.

Form Sapmaları

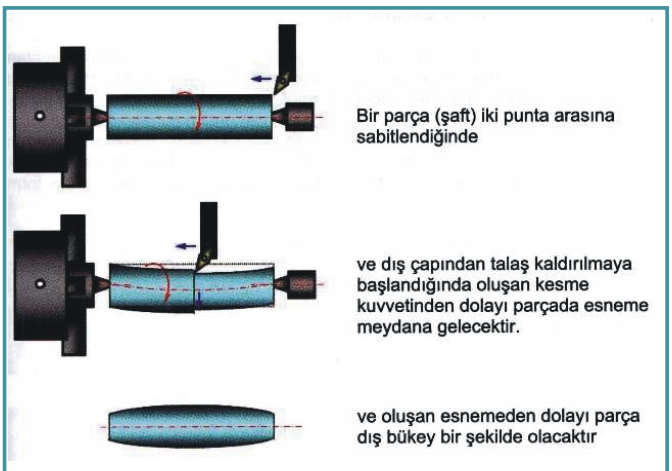
İmalat sırasında oluşan geometrik sapmaların büyük bölümü "form sapmaları" nedenlidir. Bir parça üzerindeki form sapmaların başlıca etkilerini şöyle sıralayabiliriz:

1. Parçaların kalitesiz bir şekilde montaj edilmesi
2. Zor bir montaj yapılması
3. Çalışma esnasında düzensiz hareketlerin oluşması
4. Mekanik verimsizlik
5. Parça ömrünün azalması
6. Yüzeylerin yetersiz temas etmesi
7. Çalışma esnasında ses ve gürültü oluşması
8. Çalışma esnasında titreşim oluşması



Şekil 9. Form Sapmasına Neden Olan Etmenler

Form sapmaları gerek talaşlı ve talaşsız imalat operasyonlarında meydana gelebilir. Talaşlı imalatta, parçanın sabitlenme şekli, geometrik ölçüleri, kullanılan kesici takımlar, talaş kaldırma stili, tezgah faktörü vb. sebeplerden dolayı oluşabilir. Talaşsız imalatta, geometrik ölçüler, ısınma soğuma değerleri, baskı kuvvetleri, malzeme cinsi vb. sebepler form sapmasına neden olabilir. Talaşlı imalatta meydana gelen form sapmalarının önemli oluşma nedenleri aşağıda özetlenmiştir:

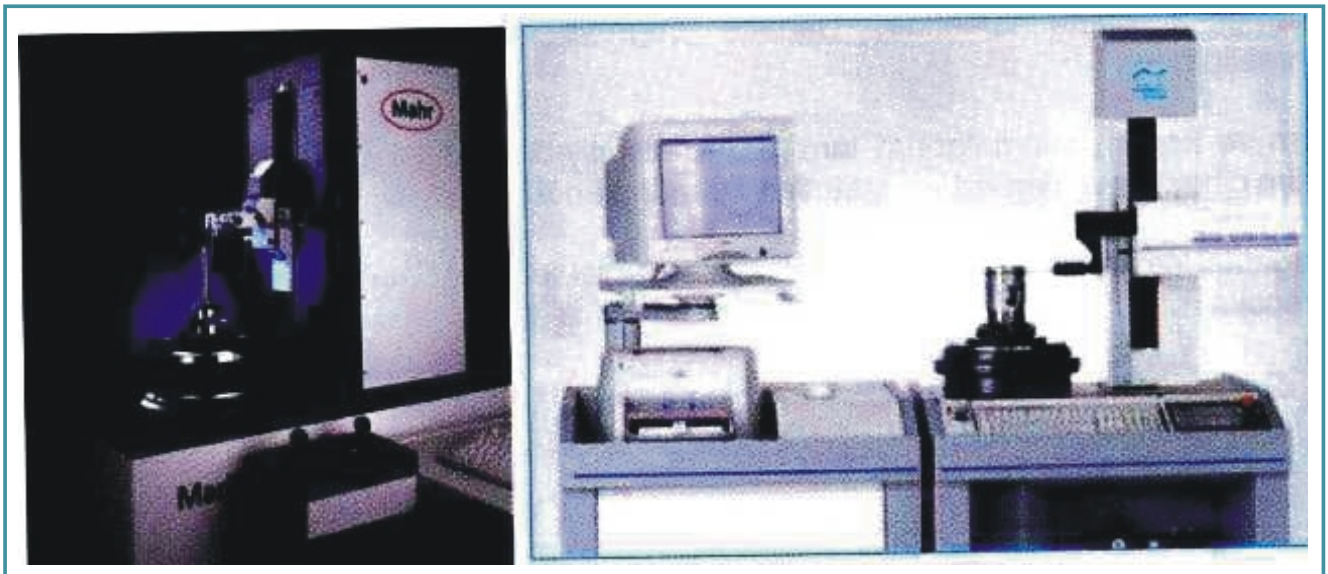


Şekil 10. Form Sapmasına Neden Olan Etmenler

Talaşlı imalat yöntemi ile bir milin tornalama operasyonu esnasında meydana gelen form sapmaları gösterilmektedir.

Form sapmaları hiçbir zaman engellenemez. Diğer bir değişle hiçbir parça kusursuz imal edilemez. Ayrıca her üretim prosesi

Şekil 11. Form Ölçüm Cihazları (orta hassasiyet)



Şekil 12. Form Ölçüm Cihazları (yüksek hassasiyet)

form ve konum sapmalarına neden olur. Fakat form sapmaları kontrol altına alınabilir. Bunun için ise, "form toleranslarına", "ölçüm metotlarına" ve "ölçüm ekipmanlarına" ihtiyaç duyulmaktadır.

İleri Ölçüm Cihazları

Form ölçüm cihazları:

Şekil 11' de görülen cihazın okuma hassasiyeti 0,01 mikrondur. Manuel ve CNC versiyonları mevcuttur. Dairesellik, silindiriklik, doğrusallık, düzlemsellik, bölgesel dairesellik, eş merkezlik, eş eksenlilik, paralellik, diklik, salgı, koniklik ve açısallık parametrelerini ölçebilmektedir.

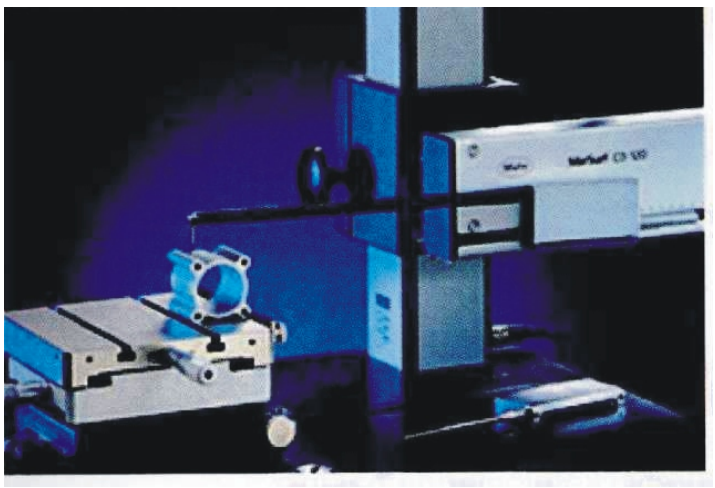
3 Boyutlu Ölçüm Cihazları:

Şekil 13'teki cihazda Tüm geometrik parametreler ölçülebilmektedir. Fakat ölçüm hassasiyeti form ölçüm cihazları kadar yüksek değildir.

Şekil 13. Koordinat Ölçüm Cihazı

Kontur Ölçüm Cihazları:

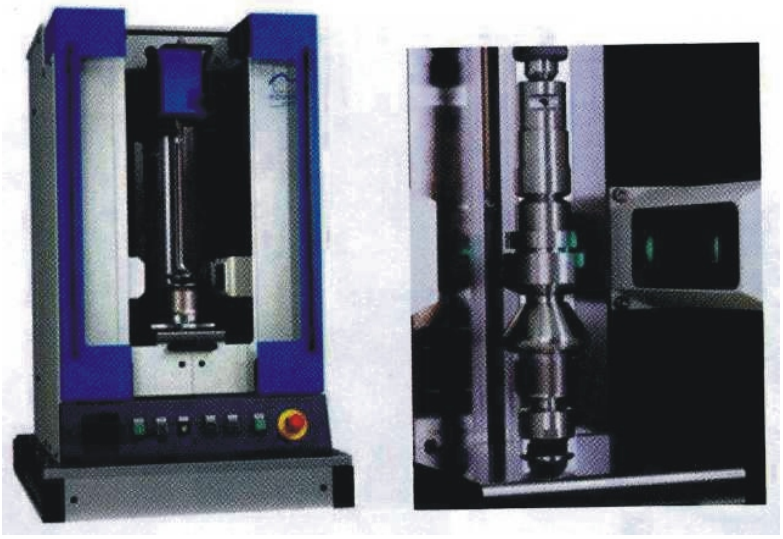
Kontur ölçüm cihazları ile çok çeşitli geometrik şekle sahip parçaların iç ve dış form ölçümleri yapılabilir. Doğrusallık, diklik, paralellik, açısallık, çizgi biçimi gibi geometrik parametreleri ölçmekle birlikte, eksen, açı, mesafe vb. boyutsal ölçümleri de yapabilmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Kontur Ölçüm Cihazı

Optik Mil Ölçüm Cihazları:

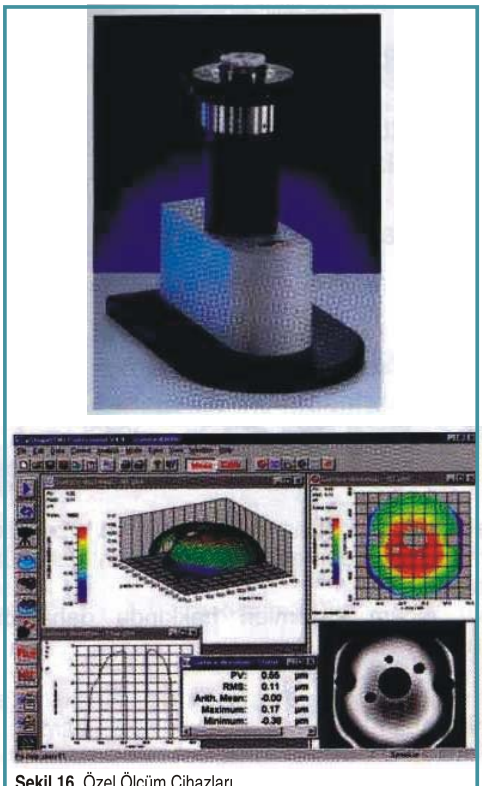
Optik mil ölçüm sistemleri ile sadece mil türü parçalar ve dış form ölçümleri yapılabilir. Özellikle ölçüm hızı çok yüksek olduğu için tercih edilen bir cihazdır. Doğrusallık, dairesellik, silindiriklik, konum, eşmerkezlilik, eş eksenlilik, salgı, paralellik, açısallık gibi geometrik parametreleri ölçebilmekle birlikte, çap, eksen, mesafe, açı vb. boyutsal ölçümleri de yapabilmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Optik Mil Ölçüm Cihazı

Özel Ölçüm Cihazları:

Şekil 16'da görülen cihaz, yüzey biçimi toleranslarının ölçümü için geliştirilmiş özel bir ölçüm cihazıdır. Düzlemsellik toleransının ölçümü için geliştirilmiş modelleri de vardır.



Şekil 16. Özel Ölçüm Cihazları

Elektronik Problu Ölçüm Sistemleri:
Şekil 17'de görülen cihazlarda elektronik problar kullanılarak ve özel fikstürler yapılarak birkaç geometrik parametrenin hızlı, sürekli ve ekonomik olarak kontrol edilmesi sağlanır.

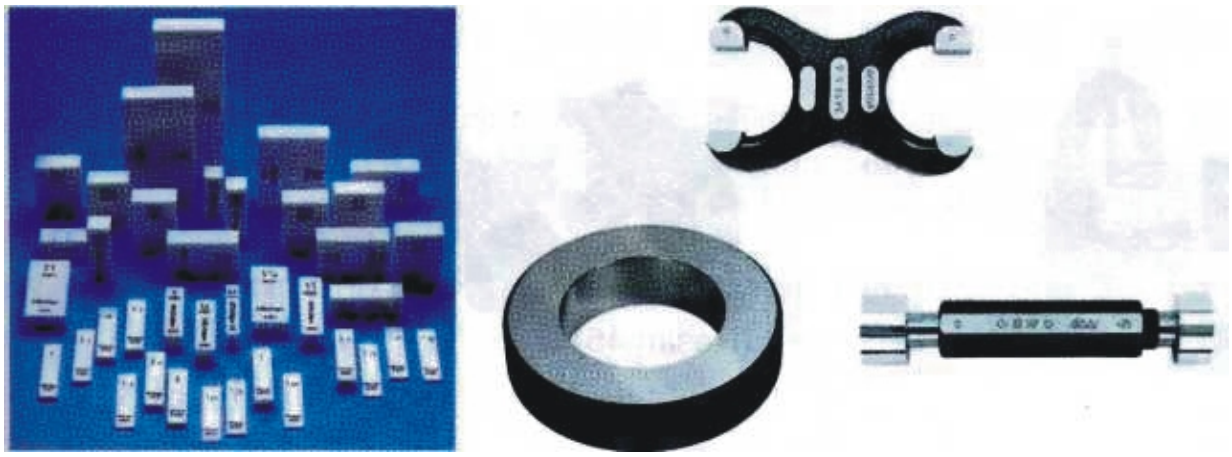
Şekil 17. Problu Ölçüm Cihazları

Şekil 18. Komparatörler

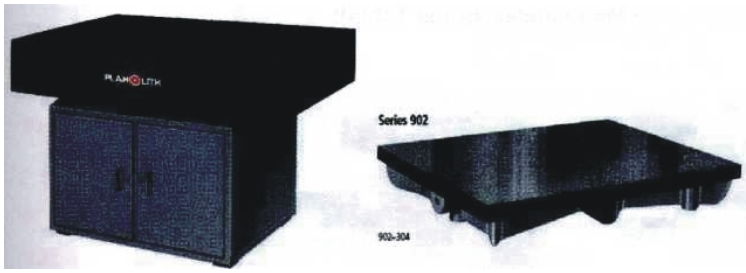
Basit Ölçüm Cihazları:
Kompratörler dijital ve analog göstergeli olmak üzere iki türdür. Parçanın şekline ve toleransın hassasiyetine bağlı olarak dikey ya da yatay tip kompratör saati 0,002 mm 'ye kadar hassasiyetlerde tercih edilebilir (Şekil 18).

Mikrometreler de dijital veya analog olabilirler. 0,001 mm'ye kadar hassasiyete ulaşılabilir (Şekil 19).

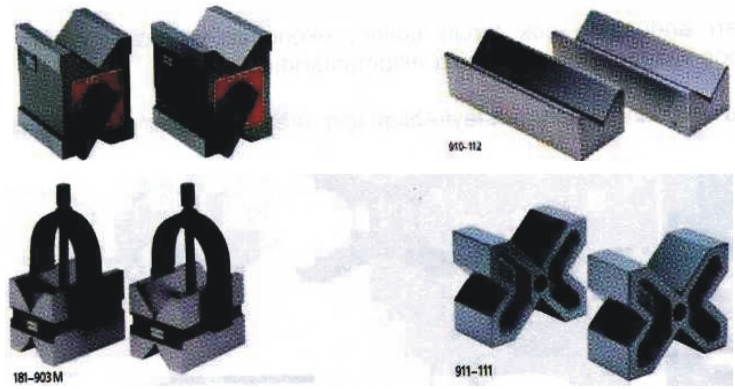
Şekil 19. Mikrometreler



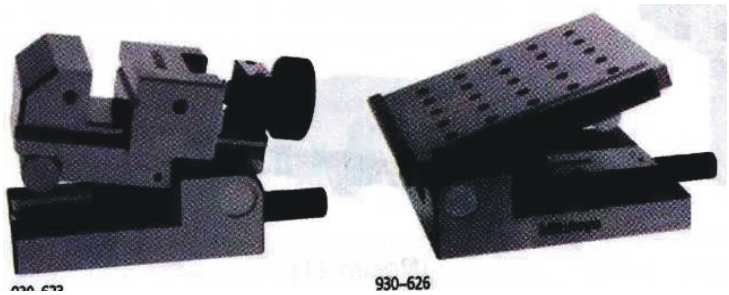
Şekil 20. Ölçü Mastarları



Şekil 21. Pleytler



Şekil 22. Bloklar (V X)



Şekil 23. Açılır Tablalar ve Mengeneler

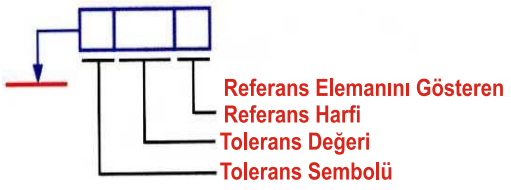
Sabit Ölçü Mastarları:

Ölçü mastarları parçanın herhangi bir özelliğini kontrol etmek için ve sadece o ölçüye özel değişmez kontrol ekipmanlarıdır. Tampon mastarlar, kalınlık mastarları, halka mastarlar, pozisyon mastarları, açı mastarları, çatal mastarlar vb. olarak adlandırılırlar (Şekil 20).

Yardımcı Ekipmanlar

Geometrik Tolerans Çerçeveleri:

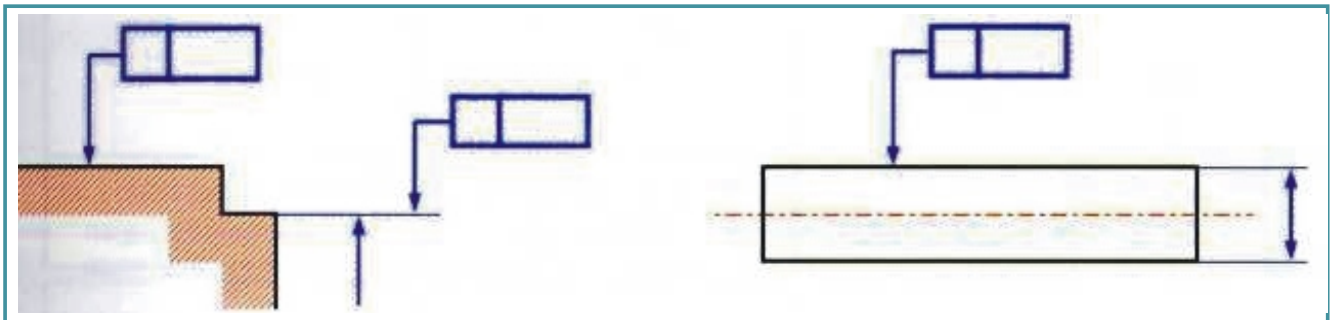
İki veya üç bölüme ayrılmış dikdörtgen çerçevelerdir. Her bir bölüme nelerin yazıldığı Şekil 24'te gösterilmiştir.



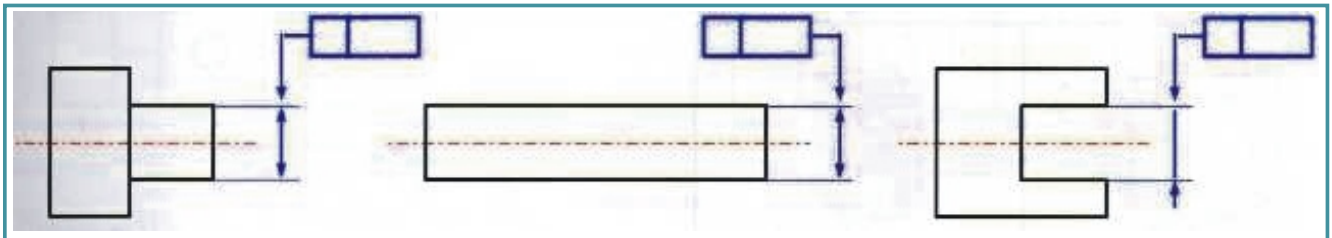
Şekil 24. Geometrik Tolerans Çerçeveleri

Tolerans çerçevesi ucunda ok olan bir kılavuz çizgisiyle toleranslı elemana bağlanır. Tolerans özellikle bir çizgiye, bir yüzeye ait ise ok elemanın dış çevre çizgisi veya bir bağlama çizgisi üzerine oturtulmalıdır. Bu durumda ok hiçbir yanlış anlamaya meydan vermeyecek şekilde ölçü çizgisinin yarı tarafında olacak şekilde yerleştirilmelidir (Şekil 25).

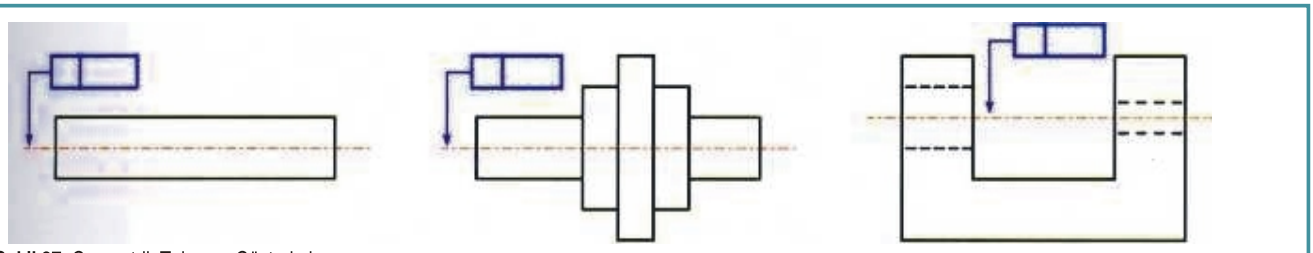
Tolerans ölçülendirilmiş elemanın eksenine veya simetri düzlemine ait olduğunda ok ve kılavuz çizgisi ölçü çizgisinin uzantısına çizilmelidir (Şekil 26).



Şekil 25. Geometrik Tolerans Gösterimi



Şekil 26. Geometrik Tolerans Ekseni Gösterimi

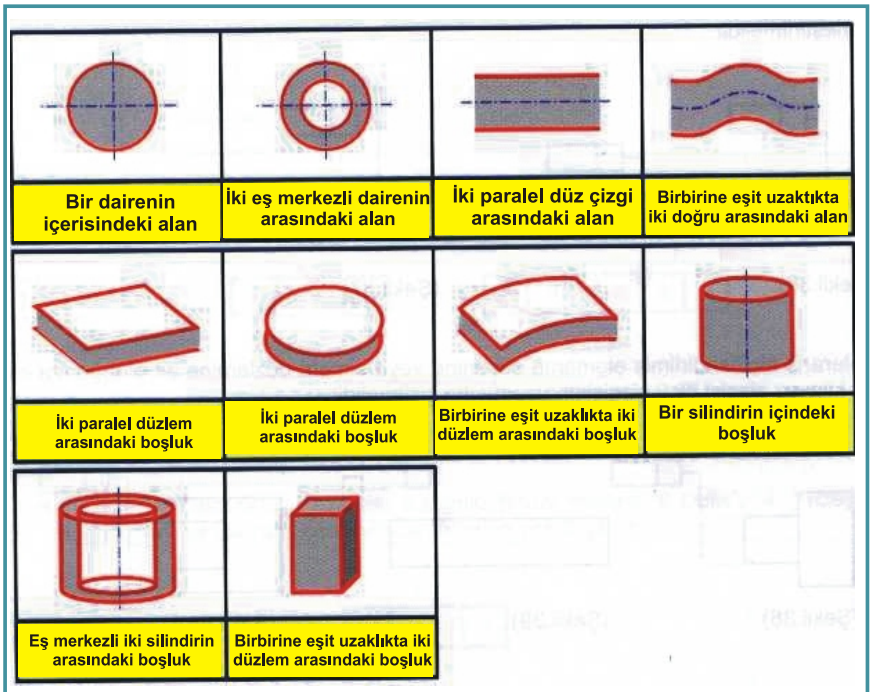


Şekil 27. Geometrik Tolerans Gösterimi

Tolerans verisi simetri ekseniyle gösterilmiş eksenler veya simetri düzlemlerinin tümü için ortak ise kılavuz çizgisi oku simetri ekseni üstünde olmalıdır (Şekil 27).

Geometrik Tolerans Bölgeleri:

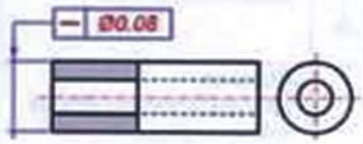
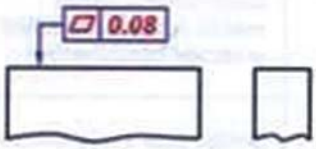
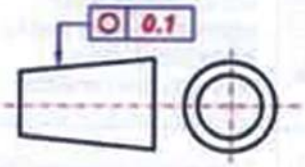
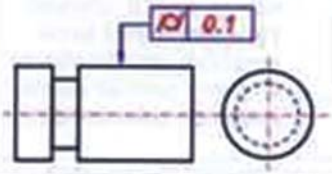
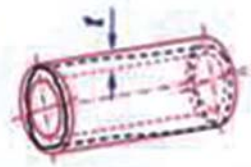
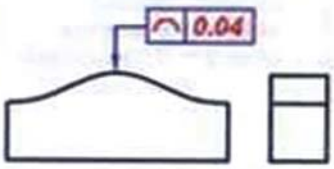
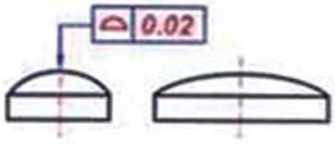
Bir özelliğin (yüzey, eksen, nokta veya orta düzlem) form ve konum toleransları, bu özelliğin her noktasının dahil edilmiş olduğu bölgeyi tanımlamaktadır. Tolerans verilen özelliğe ve boyutlandırmaya bağlı olarak tolerans bölgesi aşağıdakilerden biri olabilir (Şekil 28).



Şekil 28. Geometrik Tolerans Bölgeleri

Geometrik Toleranslar Genel Tablolar:

Geometrik toleransların çeşitleri, sembollerin anlamları, gösterimleri özet olarak Şekil 29, 30 ve 31' de gösterilmiştir.

Tolerans Türü	Sembol ve Tolerans	Teknik Resimde Ölçülendirme	Açıklama	Tolerans Bölgesi
Şekil Toleransları	Doğru sallık		Silindirin Tolerans verilen ekseni (Dış Silindir) t= 0.08 mm çaplı bir silindir içerinde bulunmalıdır.	
	Düzlem sallık		Tolerans verilen yüzey t= 0.08 mm aralıklı paralel iki düzlem arasında bulunmalıdır.	
	Daire sallık		Her enine kesitin çevre çizgisi aynı düzlemde bulunan t= 0.1 mm aralıklı eş merkezli iki daire arasındaki bölgede bulunmalıdır	
	Silindirik		Silindirin tolerans verilen dış yüzeyi t= 0.1 mm aralıklı eşeksenli iki silindir arasındaki alanda bulunmalıdır.	
	Çizgi Biçimi		Tolerans verilen profilin her kesitinin ekseni ideal geometrik şekildeki bir çizgide bulunan t= Ø0.04 mm çaplı daireyi kapsayan iki çizgi arasında bulunmalıdır.	
	Yüzey Biçimi		Toleranslandırılan yüzeyin ekseni ideal gemetrik şekildeki bir yüzeyde bulunan t= Ø0.02 mm çaplı küre zarflı iki yüzey arasında bulunmalıdır.	

Şekil 29. Şekil Toleransları

Tolerans Türü	Sembol ve Tolerans		Teknik Resimde Ölçülendirme	Açıklama	Tolerans Bölgesi
Konum - Yön Toleransları	//	Paralellik	// Ø0.03 A	Toleranslandırılan eksen A referans eksenine paralel t= 0.03 mm çaplı bir silindir içerinde bulunmalıdır.	Øt
	⊥	Diklik	⊥ 0.1 A	Silindirin toleranslandırılan ekseni referans düzlemine dik konumlu düzlem üzerinde t= 0.1 mm aralıklı iki paralel düzlem arasında bulunmalıdır.	t
	∠	Eğim (Açısal lık)	∠ 0.2 A 60°	Deliğin toleranslandırılan ekseni A referans düzlemine göre 60° eğimli t= 0.2 mm aralıklı iki paralel düzlem arasında bulunmalıdır.	t α
Konum - Yön Toleransları	⌖	Pozisyon	B Ø0.2 A B 66 100	Toleranslandırılan deliğin ekseni, A ve B referans yüzeylerine göre teorik tamlıktaki yerinde olan t= 0.08 mm çaplı bir silindir içerisinde bulunmalıdır.	Øt
	◎	Eş Merkezlilik Eş Eksenlilik	Ø0.08 A-B	Tolerans çerçevesiyle bağlantılı silindirin ekseni, A-B referans eksenli t= 0.08 mm çaplı bir silindirin içerisinde bulunmalıdır.	Øt
	⌯	Simetriklik	0.08 A	Toleranslandırılan kanalın simetri düzlemi, A referans elemanının simetri düzlemine göre simetrik olan t= 0.08 mm aralıklı paralel iki düzlem arasında bulunmalıdır.	t/2
Konum - Salgı Toleransları	↗	Radyal Salgı	↗ 0.1 A-B	A-B referans ekseni etrafında bir dönmede, her ölçme düzlemindeki radyal salgı sapması t= 0.1 mm aralıklı eş merkezli iki daire arasında bulunmalıdır.	t
		Eksenel Salgı	↗ 0.1 A	B referans ekseni etrafında bir dönmede, her ölçme düzlemindeki eksenel salgı sapması t= 0.1 mm aralıklı paralel iki daire arasında bulunmalıdır.	t

Şekil 30. Konum Salgı ve Yön Toleransları

Tolerans Türü	Sembol ve Tolerans		Teknik Resimde Ölçülendirme	Açıklama	Tolerans Bölgesi
Konum - Salgı Toleransları	//	Toplam Radyal Salgı	// 0.1 A-B	A-B referans ekseni etrafında çok defa dönmede ve iş parçası ile ölçme cihazı arasında eksenel kaydırmada toleranslandırılan yüzeydeki tüm noktalar t= 0.1 mm 'lik toplam salgı toleransı içinde olmalıdır. Kaydırma teorik tamlıktaki şekle sahip ve referans eksenine göre doğru konumda bulunan bir çizgi boyunca yapılmalıdır.	
		Toplam Eksenel Salgı	// 0.1 A	D referans ekseni etrafında bir çok dönmede ve ölçme cihazı yada iş parçasının radyal kaydırılmasında, toleranslandırılan yüzeydeki tüm noktalar t= 0.1 mm'lik toplam yalpa toleransı içinde olmalıdır. Kaydırma referans eksenine göre doğru konumu içinde ve teorik tamlıktaki şekle sahip bir çizgi boyunca yapılmalıdır.	
Şekil Toleransı	⌭	Bölgesel Dairesellik	⌭ 0.012/15°	Bölgesel dairesellik sapması, profil merkezinden başlayan 15° 'lik herhangi bir açısal bölgede t= 0.012 mm'yi aşmamalıdır.	
Konum Toleransı	\/	Konikdik	\/ 0.04 A	Toleranslandırılmış silindirik yüzey üzerinde ölçülen her bir doğru A referansına göre t= 0.04 mm konikliği aşmamalıdır	
Şekil Toleransı	⌓	Konik Silindirik	⌓ 0.05	Göz önüne alınan konik silindirin yanal yüzeyi t= 0.05 mm aralıklı iki eş eksenli 3° 'lik konik silindir arasında bulunmak mecburiyetindedir	

Şekil 31. Konum Salgı ve Şekil Toleransları

BAKIM MÜHENDİSLİĞİ'NDE ÖLÇÜ VE GEOMETRİK TOLERANSLARIN ÖNEMİ

Genel makine imalatı tarihçesinde olduğu gibi, arıza ve bakım sonrası onarılan veya imal edilen parçaların da ölçü ve tolerans olgusu gelişmeye maruz kalmıştır. Fakat aynı paralelde olmamıştır. Günümüzün rekabet koşullarında, makinelerin arıza kayıpları oldukça önem kazanmıştır. Çünkü bu kayıpları oluşturan etmenlerin her biri zamanla daha değerli hâle

gelmiştir (amortisman, işçilik, hammadde kaybı, pazar payının azalma tehlikesi, vb.). Bu durumda meydana gelen arızaların bakımında gelişmiş bir sistem işletilmiyorsa, "numuneye göre imalat" kavramı öne çıkmaktadır. Bu kavramda ölçü ve toleranslardan bahsetmemiz mümkün değildir.

Gelişmiş bakım sistemlerinde, arıza olasılığı yaşayabileceğiniz makineler belirlenmiştir. Bu makinelerin hangi parçalarının bozulmasından (aşınma, kırılma, vb.) ne gibi olası arızalar yaşanabileceği belirlenmiştir ve bu parçaların her birinin ölçü ve yüzey toleranslarını da içeren teknik resimleri mevcuttur. Hatta bu parçalar stokta bulundurularak, arıza sırasında minimum kayıp yaşamak için gereken önlem alınmış olur.

Bu sistemlerde arıza bakımın yanı sıra zaman bazlı bakım da öne çıkar. Günümüz koşullarında hiçbir makine imalatçısı, kullanıcıya sattığı makinenin yedek parçaları ile ilgili eksiksiz bir resim arşivi vermemektedir. Bu durumda zaman bazlı bakımlarda bu parçalar resimlenerek arıza durumunda kullanılabilecek formata getirilmiş olurlar.

Arıza Bakım Faaliyetlerinde Geometrik Boyutlandırma ve Ölçü Toleranslarının Önemi:

Günümüz rekabet koşullarında üretimin kayıpsız olabilmesi, makinelerin OEE değerlerinin yükseltilmesi ile mümkün olabilmektedir. OEE değerinin yükseltilmesi ise MTTR değerinin düşürülmesi ile sağlanır. Bu da minimum arıza süreleri ile sağlanabilir. Bu durum bakımcı için, "çabuk olsun da nasıl olursa olsun" mantığını öne çıkarmıştır. Bu şartlarda dört seçenek öne çıkar:

1. Bozuk parçayı (onarılabiliyorsa) onarıp, makineyi üretime vermek.
2. Bozuk parçayı numuneye göre yaptırıp, makineyi üretime vermek.
3. Bozuk parçayı daha önce arşive konulmuş resmi ile yaptırıp, makineyi üretime vermek.
4. Teknik malzeme ambarındaki minimum stok seviyesindeki ilgili parçayı monte ederek, makineyi üretime vermek.

Modern bakım sürecinde işletilmesi gereken sistem, ambar stok maliyetlerini dengede tutarak, kritik yedek parçaları teknik malzeme ambarında bulundurmaktır. Yalnız bu sisteme giden yol, tüm yedek parçaların eksiksiz resimlerinin arşivde bulundurulması yönteminden geçer.

Numuneye Göre Parça İmalatındaki Olası Problemler:

İşletmelerdeki üretim hatları göz önüne alınacak olursa, meydana gelen arızaların yaklaşık % 13'ü, parçada aşınma, kesme, kırılma veya benzeri nedenlerle meydana gelmektedir. Tüm bu nedenlerle atıl olan ilgili parçalar, üzerinden ölçü alınarak (numuneye göre) üretimi yapılamayacak parçalardır. Örnek olarak, ölçü ve yüzey toleranslarının ne denli önemli olduğu su götürmez bir gerçekken, aşınmış bir milin üzerinden ölçü alınarak yeni parça yapımı mühendislik ilkelerine aykırıdır.

Bir diğer önemli etken ise, tezgah başında makine imalatı yapan operatörün parça hakkında yorum yapabilme yeteneği gereksiniminin (zanaatlık) ortadan kalkmasıdır. Operatöre ancak doğru resim vererek doğru parçanın imal edilmesi sağlanabilir.

Numuneye göre parça yapımı arızanın çabuk ve geçici onarımı olabilir. Ama tekrar eden arızada numuneye göre yapılmış parça çalışacak, arızaya neden olacak ve yerine takılacak parça için tekrar numune olma görevini üstlenecektir. Bu durumda parça olması gereken ölçülerden git gide uzaklaşacak ve daha kronik arızalara neden olacaktır.

Ambar Yönetiminde Geometrik Boyutlandırma ve Ölçü Toleranslarının Önemi:

Malzeme kabulü kalite kontrol ile yapılmalıdır. Kontrol, kabul edilen parçaların çeşidine göre olması gereken ölçüm cihazları ile yapılmalıdır. Her teknik malzeme ambarında yukarıda belirtilen modern ölçüm cihazları bulundurmak ekonomik olmayabilir, ancak temel ölçü ve toleransların ölçülebileceği cihazlar mutlaka bulundurulmalı ve hatasız kullanılıyor olmalıdır.

Bu aşamada ambar yönetimi cihaz temininden ambar elemanının eğitimine kadar çok yoğun bir çalışma gerektiren bir iştir. Ambar elemanı yalnızca malzeme teslim alıp bunu kayda geçiren ve talep edildiğinde malzemeyi ilgili birime teslim eden kişi değildir. Bunun yanında malzemeyi tanıyan, çok iyi teknik resim okuyabilen, parçayı ölçebilen, belirlenen asgari stoklar doğrultusunda ambar stoğunu dengede tutan çok yönlü bir eleman olmalıdır.

SONUÇ

Günümüzde firmalar bakım metotlarını geliştirmeye çalışmaktadır. Doğru demontaj yapabilmek için çeşitli cihazlar alınmaktadır. Rulman demontajı ve montajında kullanılan aletler, doğru kaplin montajı için lazerli kaplin ayar cihazları gibi gelişmiş yöntemler sayesinde doğru bakım yapılmaya çalışılmaktadır. Ancak eğer montajını yapacağınız parça doğru değilse veya bunun için gerekli uğraş verilmiyorsa, bu bahsedilen cihazlar değersiz kalırlar. Montaja kadar her şey belirlenmiş toleransları dahilinde olmalıdır. Ancak bundan sonra teknisyene bağlı olan montaj kalitesini artırmak için bakım metotları araştırılabilir ve devamında "sıfır arıza" kavramı yaşanabilir.

KAYNAKÇA

1. **Kurt, Ö.** 2007. "Geometrik Toleranslar", Birsen Yayınevi,
2. **Töre, C.** 2004. "Teknik Resim Ölçme ve Tolerans Tarihçesi", MMO Dergi, Sayı:531.
3. **Samtaş, G., Gülesin M.** 2005. "Tolerans Analiz Yöntemleri ve Mak-Tol Tolerans Analiz Sistemi", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.Cilt 20, No 1, 85-93.