

BİRBİRLERİYLE ÇALIŞAN PARÇALARIN MONTAJINDA GEOMETRİK TOLERANSLANDIRMANIN ÖNEMİ

Nejat KIRIÇ¹

ÖZET: *Bu çalışmada, geometrik toleranslandırmada en etkili ve en çok kullanılan kontrollerden birisi olan konum toleransının, birbirleriyle çalışan parçaların montajındaki önemi ve gereği anlatılmış ve boyut toleransı ile karşılaştırması yapılmıştır.*

Konu, ISO ve Türk Standartlarının belirlediği kurallar çerçevesinde ele alınmış ve resimlerin çizilmesinde bu kurallara uyulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: *Geometrik tolerans*

IMPORTANCE OF GEOMETRIC TOLERANCING FOR THE ASSEMBLY OF INTERCONNECTING PARTS

ABSTRACT: *In this study, importance and use of positioning tolerance that is most effective and most widely used control in geometric tolerancing have been described and compared with dimensional tolerancing.*

The subject have been explained according to the rules determined by ISO and Turkish National Enstitute of standarts. These rules have been followed in technical drawings.

KEYWORDS: *Geometric tolerance*

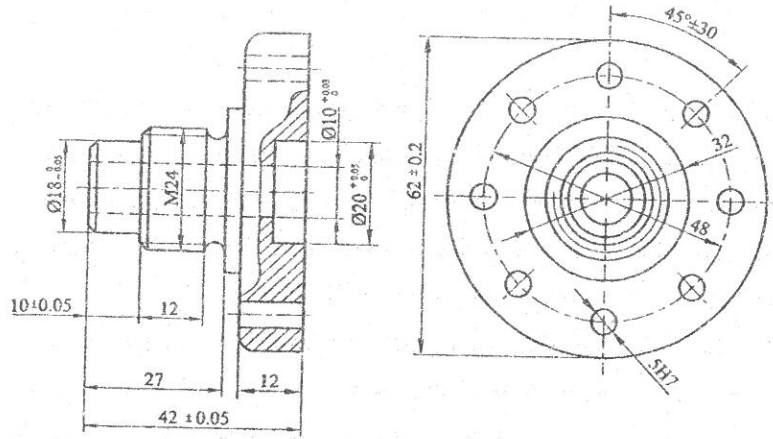
¹ *Nejat KIRIÇ, Osmangazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik, 26480 ESKİŞEHİR*

I. GİRİŞ

Geometrik toleranslandırma en basit şekliyle bir parçanın geometri ve şeklinin bir mühendislik çizimi üzerinde belirtilmesi olarak tanımlanabilir [3]. Başka bir deyişle, herkes için anlamı aynı olan modern bir teknik çizim dili olarak da ele alınabilir ve tasarım safhasından üretim safhasına kadar olan süreçte iletişimi büyük oranda arttırdığı söylenebilir.

Geometrik toleranslandırma, tasarımcı ve çizimciye ne anlatmak istediğini ifade etmede gerekli olan aracı sağlayarak, tasarım amaçlarının gerçekleşmesini sağlar. Böylece imalat ve üretim kısımları tasarım gereklerini daha açık bir şekilde anlayabilir.

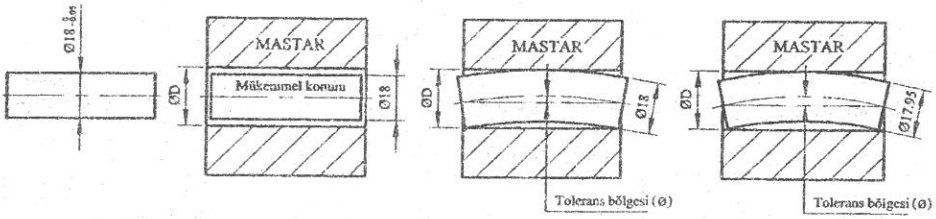
Geometrik toleranslandırmanın getirdiği teknik özellikleri etkili bir şekilde anlatmanın en iyi yolu, bu tekniğin kullanılmadığı bir çizimi incelemek ve analiz etmektir. Boyut toleransı uygulanan ve önemli elemanları ölçülendirilen böyle bir çizimde (Şekil 1), parçanın gereklilikleri açık bir şekilde ortaya konabilmiş midir? Üretimi tam bir açıklıkla yapılabilir mi? Geometrik toleranslandırma gerçekten gerekli midir?



Şekil 1. Koordinat sistemi ile toleranslandırma.

Resim üzerinde gerekli olan özelliklerin gösterildiği varsayılmakta ve parçanın başarılı bir şekilde imal edilmesi beklenmektedir. Çizimde, boyut toleranslarının konulması ile,

her boyutun ötesine geçilemeyeceği bir tür sınır belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, üretim yetenekleri ve sınırları dahilinde elemanların boyutları belli bir tolerans içinde sağlanacaktır. Ancak kontrol sırasında kullanılan yöntemlere (kumpas veya mikrometre ile ölçme, tampon veya çatal mastar kullanma v.b.) bağlı olarak değişik sonuçlar ortaya çıkabilir. Örneğin, 18 çapı, bu çapı aşan bir geometri ile imalattan çıkabilir. Eğer mikrometre ile ölçme yöntemi kullanılırsa kesit çapı belirlenen sınırlar arasında olacağından parça geçerli olarak kabul edilir. Kontrol mil mastarı ile yapılırsa (Şekil 2), parçadaki düzgünlük tesbit edilebilir ve reddedilmesini gerektirir.

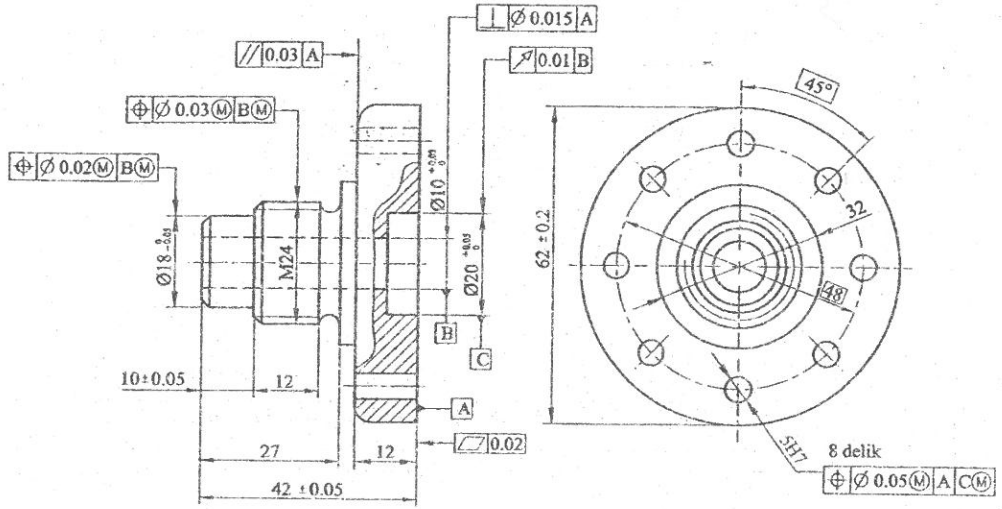


Şekil 2. Doğrusallık kontrolü [3].

Ortaya çıkan veya çıkabilecek bir başka sorun da, şekil 1'de gösterilen örnek parçadaki 20, 10, 18, 32 ve 62 çaplarının birbirleriyle olan ilişkileri hakkındadır. Bu karakteristiklerin hepsi çizimde aynı eksen üzerinde gösterilmiştir. Bunların birbirleriyle mesafelerinde mükemmel olmaları mı beklenmektedir, yoksa eksen veya yüzeyleri arasında belirli bir tolerans bırakılmalı mıdır? Eğer böyleyse hangi karakteristik hangisi ile ne şekilde ilişkilendirilmelidir? Konulan boyut toleransları sadece boyutların büyüklüğünü kontrol eder. Bu nedenle, şekil 1'deki çizim üzerinde karakteristikler arası ilişkileri kontrol eden bir veri yoktur. İmal edilmiş olan bir parça gözönüne alındığında parçanın özellikleri, gerekli olan durumu ve özellikler arası ilişkiyi karşılamayacaktır.

Şekil 3'de, daha önce boyut toleransı uygulanan parçanın, geometrik toleranslandırma sistemi kullanılarak çizilmiş resmi gösterilmektedir. Bu çizimde, ek olarak fonksiyon ve ilişkiyi sağlayan geometrik tolerans kontrolleri konmuştur. Bu sayede flanş alın yüzeyinin düzlemselliği, flanşın karşılıklı yüzeylerinin paralelliği, 20 çaplı deliğin

yalpalaması, içten geçen deliğin dikliği ve tasarım amaçlarını sağlamak için gerekli referans noktaları tam olarak belirtilmiştir.



Şekil 3. Geometrik toleranslandırma.

II. GEOMETRİK TOLERANSLANDIRMA ESASLARI

Geometrik toleranslandırma sisteminin etkili bir şekilde uygulanması her şeyden önce sistemin önemli esaslarının iyi özümlemesini gerektirir. Bu önemli esaslar:

- Geometrik karakteristikler ve sembolleri,
- İlgili diğer sembol ve terimler,
- Eleman kontrol çerçevesi ve referans elemanı sembolü,
- En çok malzeme durumu,
- Tolerans bölgesi

olarak özetlenebilir.

II.1. Geometrik Karakteristikler ve Sembolleri

Geometrik karakteristikler ve sembolleri Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Geometrik karakteristikler ve sembolleri

GEOMETRİK KARATERİSTİKLER	SEMBOLLER
Doğrusallık	—
Düzlemsellik	▭
Dairesellik	○
Silindiriklik	∅
Herhangi bir çizginin şekli	∩
Herhangi bir yüzeyin şekli	∪
Paralellik	//
Diklik	⊥
Eğiklik	∠
Bir elemanın konumu	⊕
Ortak merkezlilik ve ortak eksenlilik	⊙
Simetriklik	≡
Yalpalama	/

II.2. İlgili Diğer Sembol ve Terimler

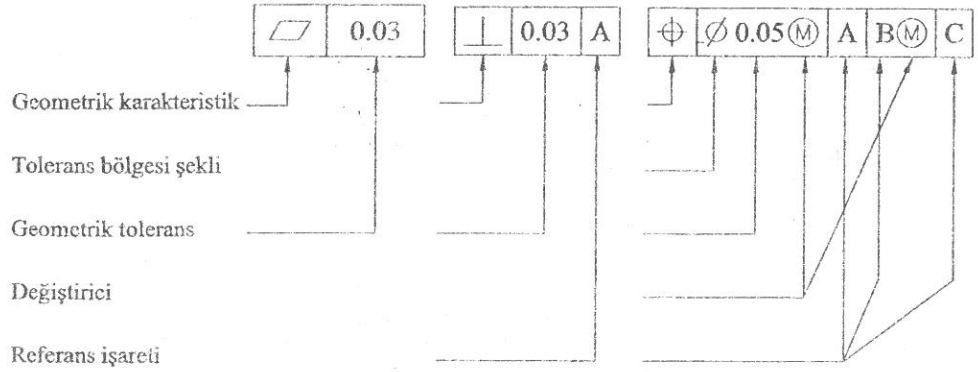
Geometrik karakteristik sembolleri ile birlikte kullanılan diğer sembol ve terimler Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. İlgili diğer sembol ve terimler

TERİMLER	SEMBOLLER
Temel veya anma boyutu	100
Referans elemanı sembolü	↓
En çok malzeme durumu	(M)
İzdüşüm tolerans bölgesi	(P)
Çapsal (silindirik) tolerans bölgesi veya elemanı	∅
Eleman kontrol çerçevesi	⊕ 0.05 (M) A
Referans hedef sembolü	⊕ A1

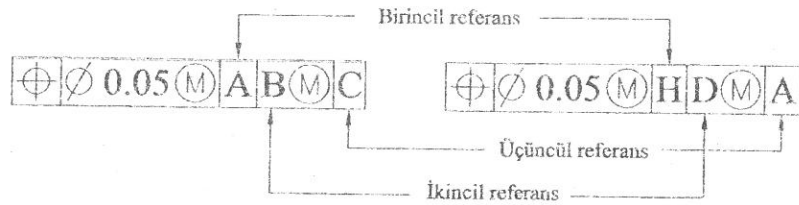
11.3. Eleman Kontrol Çerçevesi ve Referans Elemanı Sembolü

Eleman kontrol çerçevesi geometrik karakteristik, geometrik tolerans, deęiřtirici ve referans iřaretlerinden oluřur (Şekil 4).



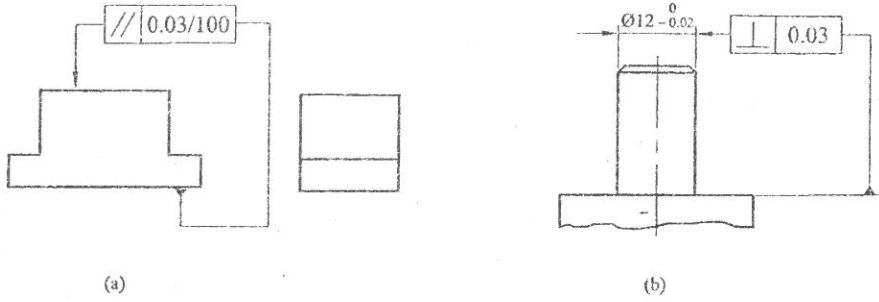
Şekil 4. Eleman kontrol çerçevesi.

Eleman kontrol çerçevesinde referans harfleri toleranstan sonra yer alır [1-5] ve soldan sağa doğru okunduklarında, başlangıç olarak alınan özelliklerinin öncelik sırasını gösterirler. Alfabetik sıralamanın önemi yoktur (Şekil 5).



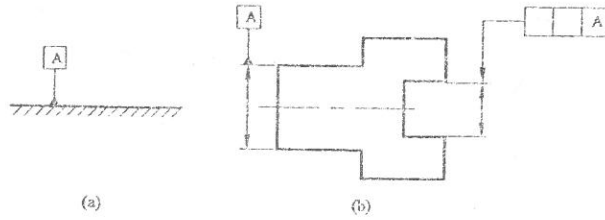
Şekil 5. Referans harflerinin eleman kontrol çerçevesindeki dizilimi

Referans elemanı, içi dolu bir eşkenar üçgenle son bulan bir çizgi ile belirtilir ve bu çizgi tolerans çerçevesine bağlanır [1-5] (Şekil 6.a,b).



Şekil 6. Referans elemanı sembolünün uygulması.

Referans elemanı, tolerans uygulanan çizgi veya yüzey ile aynı değilse ve tolerans çerçevesi referans elemanına sade ve açık bir şekilde bağlanamıyorsa, her referans elemanı için farklı bir büyük harf kullanılır. Bu harf, referans elemanı sembolüne bağlı olan bir çerçeve içine yazılır (Şekil 7.a,b).

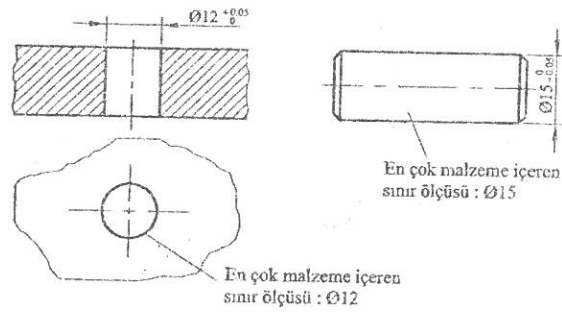


Şekil 7. Referans elemanı sembolünün uygulması [5].

II.4. En Çok Malzeme Durumu

En çok malzeme durumu, boyutu olan bir elemanın belirtilen boyut sınırları içinde en çok malzeme bulundurması yani, deliklerin en küçük delik çapı, millerin en büyük mil çapı ölçüsüne sahip olması durumudur (Şekil 8).

En çok malzeme durumu, bir eksen veya orta düzlemi bulunan delik, mil, pim ve kanal gibi parça elemanlarına uygulanabilir. Buna karşılık üçüncü bir boyutu, eksenini, merkez çizgisi veya merkez düzlemi olmayan yüzeylere uygulanamaz [3].



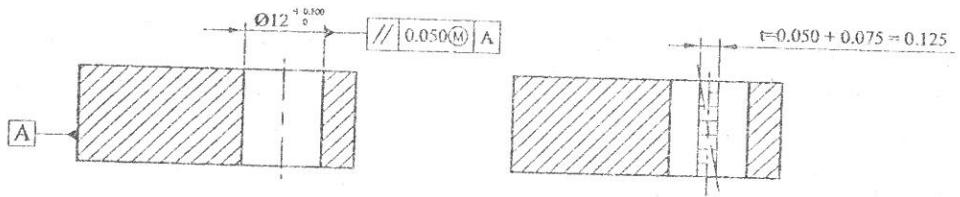
Şekil 8. En çok malzeme durumu.

En çok malzeme durumu göz önüne alındığında, tolerans çerçevesi içindeki tolerans değerinden sonra (M) sembolü kullanılır [1-6]. Üretim sırasında, en çok malzeme içeren sınır boyutundan uzaklaşıldıkça tolerans değerinde de o oranda artış olur. Örneğin, şekil 9'da gösterilen ve çok sayıda imal edilen parçalardan birinin delik çapı 12,075 mm olarak gerçekleşmesi durumunda, bu parçanın delik elemanı ekseninin belirtilen referans düzlemine paralel olması için verilen form tolerans değeri,

$$\Delta t = \text{Gerçek boyut ölçüsü} - \text{En çok malzeme içeren sınır ölçüsü}$$

$$\Delta t = 12,075 - 12,000 = 0,075 \text{ mm}$$

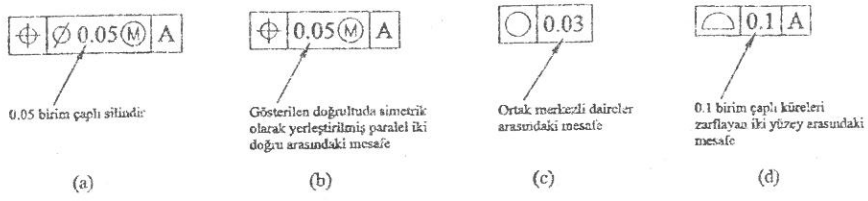
kadar büyür.



Şekil 9. En çok malzeme durumunun dikkate alınması.

II.5. Tolerans Bölgesi

Tolerans bölgesi, kontrol edilen elemanın istenilen formdan, yönden, profilden, yalpalamadan ve yerleştirmeden izin verilen uzaklaşma miktarını sayısal veya şekilsel olarak ifade eder (Şekil 10). Belirtilen tolerans değeri bir silindirin çapını gösteriyorsa, eleman kontrol çerçevesine tolerans değerinden önce bir çap sembolü (Ø) yerleştirilir (Şekil 10.a). Tolerans bölgesi, bir yüzeye, eksene veya merkez düzleme uygulanabilir.

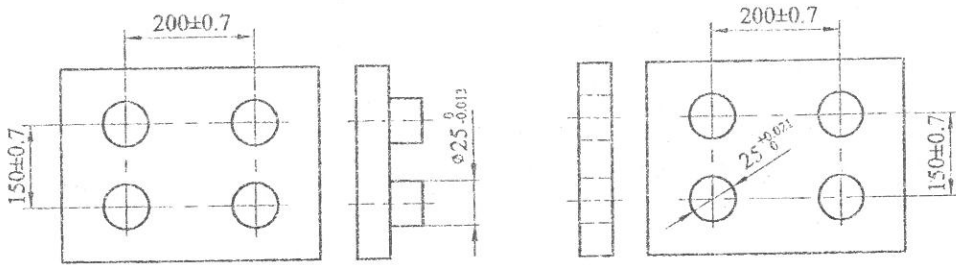


Şekil 10. Tolerans bölgesinin belirtilmesi.

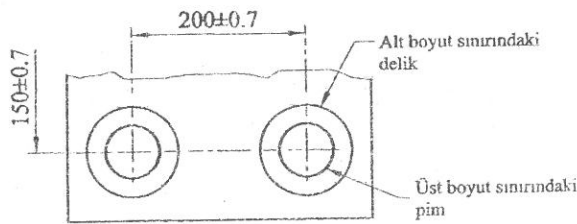
III. BOYUT TOLERANSI İLE TOLERANSLANDIRMA

Boyut toleransı özellikle birbiriyle çalışan parçalar arasındaki eleman ilişkilerini yeteri kadar açıklayamamaktadır. Delik ve pim arasındaki hesaplar ve çizim esnasında doğru tasarım işlemleri yapılmış olsa bile konum ve boyutun doğru ilişkisi ve karşılıklı etkileşimi, tasarım gereklerini boyut toleransı ile gösterirken ortadan kaybolur [3].

Şekil 12'de, montaj esnasında birbirine geçecek parçaların (Şekil 11), üst boyut sınırındaki pimleri ile alt boyut sınırındaki deliklerinin mükemmel konumda monte edilmiş resmi gösterilmektedir.

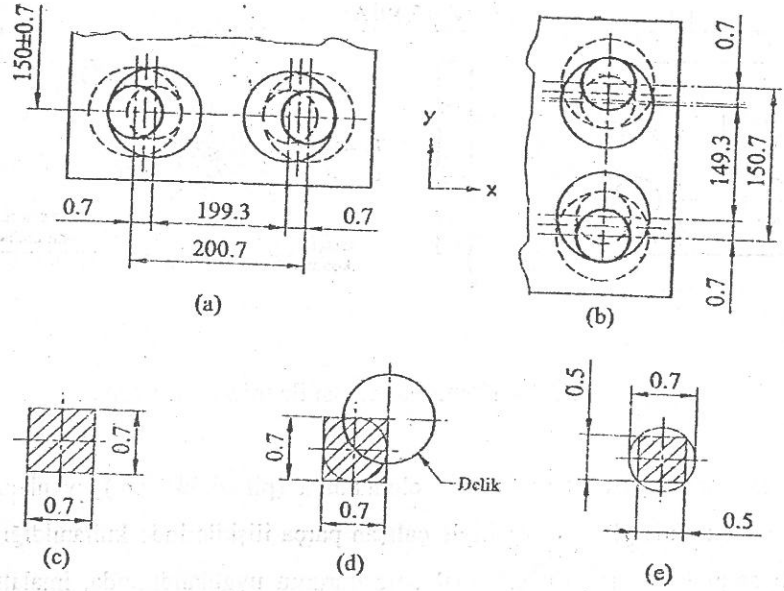


Şekil 11. Birbirine geçecek parçalar.



Şekil 12. Parçaların mükemmel konumda monte edilmiş durumu.

Eğer delikler ve pimler, x yönünde (Şekil 13.a) veya y yönünde (Şekil 13.b) boyut toleransının ters sınırlarında üretilirlerse, sahip oldukları boyut toleransı kadar x ve y yönünde yer değiştirerek karesel bir tolerans bölgesi oluştururlar (Şekil 13.c).



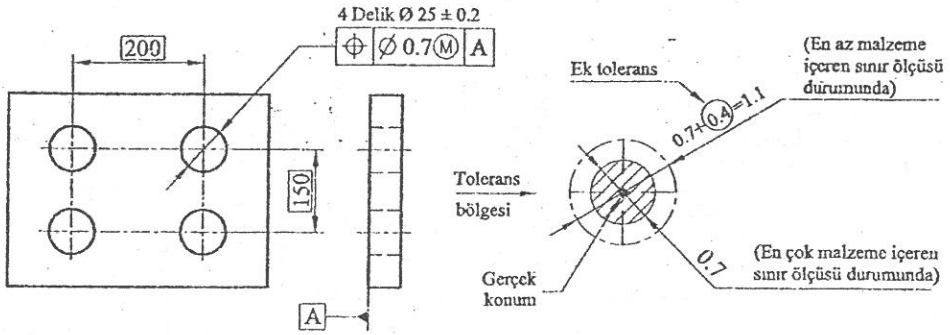
Şekil 13. Boyut toleransı ile toleranslandırma.

İnceleme sonucu, delik ve pimlerin, 0,7 mm'lik karesel tolerans bölgesi dahilinde üretilebileceği fakat gerçekte montaj sırasında geçmeye engel olabileceği görülmektedir. Bu durumda, 0,7 mm'lik değişime sadece x ve y yönünde izin verilebilir, buna karşılık diyagonal yönde izin verilemez (Şekil 13.d). Tolerans bölgesinin montajı garantileyecek duruma getirilmesi (0,7 mm çaplı daire içine çizilen kare) ise üretim toleransını azaltır. Ayrıca, oluşan 0,5mm'lik tolerans değeri de x ve y yönünde izin verilebilecek en büyük tolerans değeri olur (Şekil 13.e).

IV. KONUM TOLERANSI İLE TOLERANSLANDIRMA

Konum toleransı geometrik toleranslandırmada en etkili ve en çok kullanılan kontrollerden birisidir. Konum toleransı doğrudan çapsal (silindirik) tolerans bölgesini

kullanır, tasarım gereklerini gerçekçi bir biçimde karşılama ve en ekonomik imalat ve muayene işlemlerini kullanma olanağı sağlar (Şekil 14).

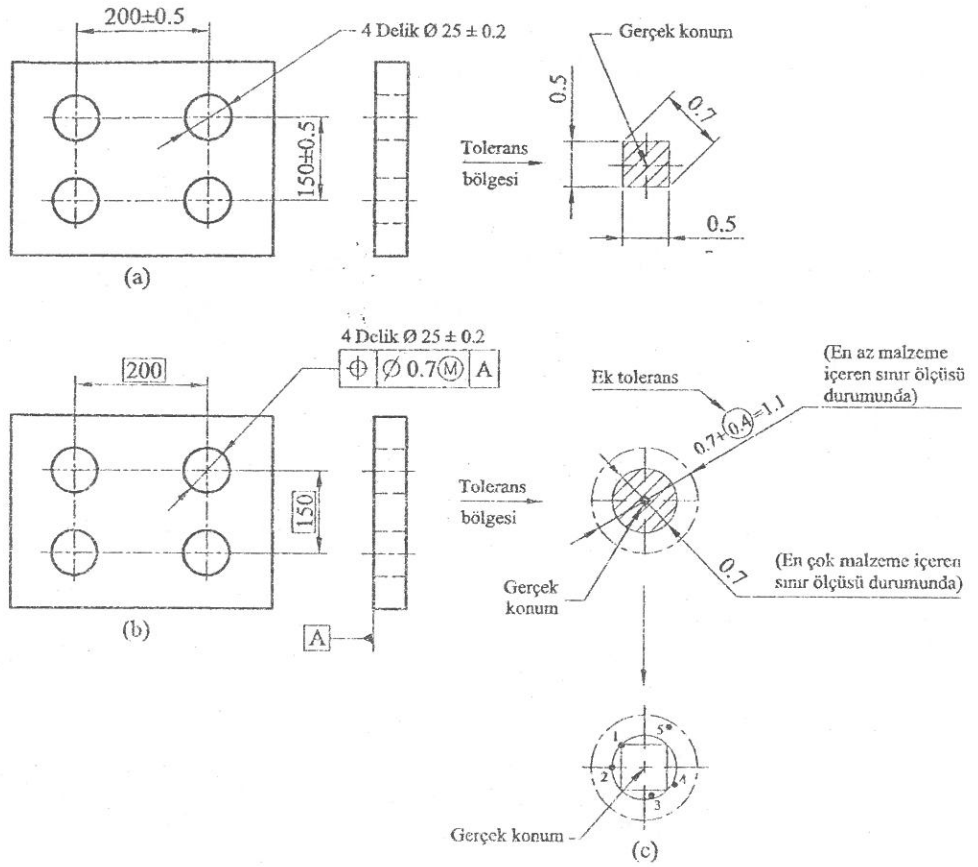


Şekil 14. Konum toleransı ile toleranslandırma.

Konum toleransı sadece boyutu olan elemanlara (pim, delik v.b.) uygulanır; en çok malzeme durumuna göre ve birbiriyle çalışan parça ilişkilerinde kullanıldığı zaman en avantajlı sonuçları verir. En çok malzeme durumu uygulandığında, imalat, en çok malzeme içeren sınır boyutundan uzaklaşıldıkça o oranda ek tolerans sağlanır. Bu sistemde, bir eleman için konum veya herhangi bir form toleransı söz konusu ise, konumu veya formun kendisini belirten anma ölçülerine tolerans verilmez ve bu ölçüler çerçeve içine alınır. Aynı şekilde bir eleman için eğim toleransları söz konusu ise, açının kendisini belirten ölçülere de tolerans verilmez ve bu ölçüler de çerçeve içine alınır [1-6].

V. BOYUT VE KONUM TOLERANSLARININ KARŞILAŞTIRMASI

Şekil 15.a'da, boyut toleransının uygulandığı bir parça ve şekil 15.b'de ise konum toleransının aynı parçaya uygulanışı gösterilmektedir. Şekil 15.c'deki siyah noktalar, 5 değişik parçadaki deliklerden birinin imalat sonucu oluşabilecek merkezlerini göstermektedir.



Şekil 15. Boyut ve konum toleranslarının karşılaştırılması.

1 numaralı delik merkezi, her iki toleranslandırma için kabul edilebilir tek deliktir. 2 numaralı delik merkezi, gerçek konumdan 1 numaralı delik merkezi ile aynı radyal mesafededir, fakat boyut toleransına göre reddedilmesi gerekirken, konum toleransı ile kabul edilebilir. Dahası; en çok malzeme durumu uygulanırsa, imalat sonucu, boyutları en çok malzeme içeren sınır boyutundan uzaklaşan deliklerde ek tolerans sağlanacaktır. Bu durumda, $\text{Ø } 0,7$ mm'lik tolerans bölgesinin dışında kalan 4 ve 5 numaralı delik merkezleri de, eğer bu delikler en az malzeme içeren sınır boyutunda ($\text{Ø } 25,2$) imal edilirse, kabul edilebileceklerdir. Referansların kullanılması da, ayrıca belli yüzeylere göre delik yönünü parça fonksiyonu ve ilişkiler açısından düzenlemeyi garantiler.

VI. SONUÇ

Boyut toleransı ile toleranslandırılmış bir çizim yetersiz ve belirsiz olduğu gibi, tasarlanan parçanın imalini de büyük ölçüde şansa bırakmaktadır. Oysa bir çizimin her yere gidebilmesi ve gittiği yerde kendisi adına konuşabilmesi, belirsizlikleri önlemesi ve tasarım gereklerini yansıtacak kadar açık olması gerekmektedir. Bu da, geometrik toleranslandırmada en etkili ve en çok kullanılan kontrollerden birisi olan konum sisteminin kullanılmasıyla büyük oranda başarılı bir şekilde gerçekleşmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] M.Bağcı, "*Makine Teknik Resmi*", Ankara, 1981.
- [2] J. H. Earle, "*Engineering Design Graphics*", Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- [3] L. W. Foster, "*Modern Geometric Dimensioning and Tolerancing With Workbook Section*", 1982.
- [4] H. Öztepe, "*Teknik Resim I*", Eğitim Yayınları A.Ş., İstanbul, 1990.
- [5] Türk Standartları TS 1304, TS 1498, TS 1874.
- [6] P. Valaer, and J. Hall, "Geometric Dimensioning and Tolerancing", *Machine Design*, pp.129-133, August 23, 1990.