

## Autocad VBA Uygulamalı Geçme Tasarımı

Erol Eyigün\*, Kürşad Dündar\*\*, Mesut Durman\*\*\*

\*Ünye Çimento Sanayi ve Tic. A.Ş., Ünye/Ordu

\*\*Gazi Üniv., Teknoloji Fak., Makine Eğt. Talaşlı Üretim A.B.D., Beşevler/Ankara

\*\*\* MKEK Genel Müdürlüğü, Tandoğan/Ankara

e-posta: erol.eyigun@unyecimento.com.tr, kdundar@gazi.edu.tr, mesut.durman@mkek.gov.tr

Geliş Tarihi: 10 Haziran 2010; Kabul Tarihi: 29 Mart 2011

### Özet

Bu çalışmada, mil toleransları ve dişli çark, kasnak, burç gibi elemanların geçme toleranslarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Üç ayrı bölümden oluşan, Visual Basic 6,0 ve AutoCAD destekli VBA (Visual Basic For Application) programlama dili kullanarak geçmelerin toleransını hesaplayan bir program yazılmıştır. Birinci bölümde, geçmeler ile ilgili kullanılan standart tablolar Access datalar olarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve bu datalar kullanılarak istenilen çap ve tolerans değerlerine göre tolerans değerleri hesaplanmıştır. İkinci bölümde, boşluklu geçmelerde boşluk miktarına göre ve sıkı geçmelerde iletilecek momente göre mukavemet kontrolleri ve imalat teknolojileri dikkate alınarak tolerans seçimleri yapılır. Üçüncü bölümde, program tarafından hesaplanan tolerans değerlerine göre VBA destekli AutoCAD ile çizimi yapılmıştır.

*Anahtar Kelimeler:* Tolerans, Geçme, AutoCAD VBA

## Autocad VBA Application Fit Design

### Abstract

In this study, it is aimed the tolerance of shafts and the determination of fit tolerance such as gears, pulleys and bushes. A computer program that has been written calculating fit tolerance with computer-assisted design by using Visual Basic 6.0 and AutoCAD VBA (Visual Basic for Application) languages, consists of three sections. In the first section, standard tables related to fits have been loaded to computer in form of Acces data and tolerance values have been calculated according to variable diameter and tolerance values by using all the data. In the second section, tolerances has been selected according to the amount of clearance for clearance fits and by taking into account to controls of strength and manufacturing technology according to the amount of torque to be transmitted for interference fits. In the third section, a fit sample has been drawn by using AutoCAD VBA, according to tolerances calculated by the program.

*Key Word:* Tolerances, Fits, AutoCAD VBA

### 1. Giriş

Bir parçaya ait teknik resim üzerine konulan ölçülerin alt ve üst sınır değerlerinin sayısal olarak belirtilmesi, imalat aşamasında kolaylık sağlaması ve parçanın istenilen özellikte monte edilmesi bakımından önemlidir. Bilhassa birbiriyle eş çalışacak parçalara konulacak ölçüler, montaj ve görev yapma özelliklerini de belirtmelidir. Bu özellikler tolerans ve alıştırma sistemleri ile tanımlanır.

Makine parçalarının imalatı çeşitli tolerans sistemleri kullanarak yapılabilir. Günümüzde yapılan imalatlarda daha çok DIN ISO 286 standartları esas alınarak parçalar için gerekli toleranslar belirlenmektedir.

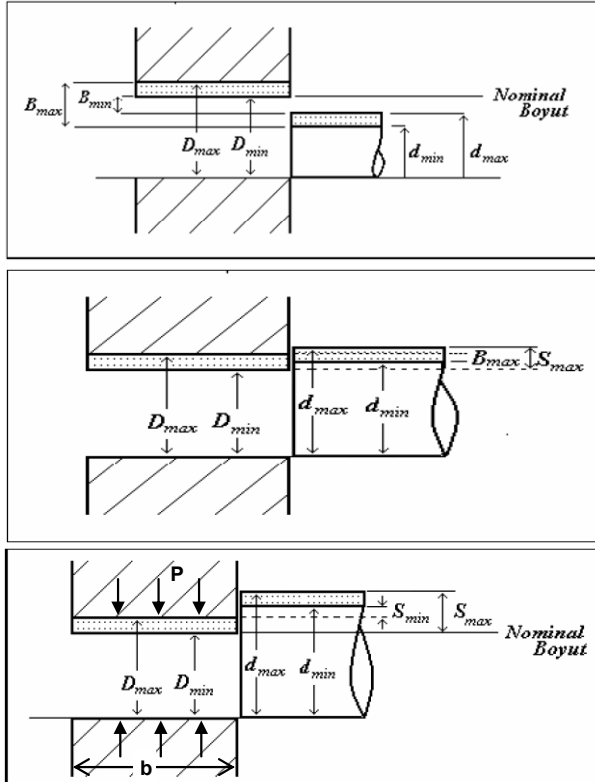
Mil ve göbek gibi makine parçalarının işlevini düzgün olarak yapabilmesi için geçme toleranslarının çok iyi bir şekilde seçilmesi ve uygun imalat yöntemleri kullanılarak imalatının yapılması gerekir.

Bu çalışmada, toleransların alt ve üst sınır değerlerinin hesaplanması, amaca yönelik

geçmelerin seçiminde en uygun tolerans değerlerinin belirlenmesi, belirlenen toleransa göre imalat yönteminin seçilmesi ve tasarlanan geçmenin verilerinin AutoCAD çizim ortamına aktarmayı sağlayan bir bilgisayar programının yapılması gerçekleştirilmiştir.

DIN ISO 286 standartları esas alınarak 0–500 mm arasındaki çaplar için seçilen imalat kalitesine göre mil ve göbek bağlantılarının gerekli ölçü aralıkları Visual Basic Programlama dili yardımıyla hesaplanmış, mekanik ve mukavemet hesapları ara ve sıkı geçme durumu göz önüne alınarak yapılmıştır. Ayrıca, İstenilen boşluğa göre tolerans seçimi ve imalat yönteminin belirlenmesi de sağlanmıştır.

## 2. Geçme Hesapları



Şekil 1. Boşluklu, ara ve sıkı geçmeler

Bütün geçmeler için bilgisayarda input olarak çap yanında verilen mil-göbek kaliteleri ve harfleri karşılığında gridlere aktarılan Çizelge-2 yardımı ile mil ve göbek çaplarının alt değerleri Şekil 1’den bulunur.

Çizelge-1’den alınan  $\Delta$  değerleri karşılığında çapların üst sınırları da belirlenir. Accessten gridlere aktarılan Çizelge-3’den IT kaliteleri karşılığında uygun imalat yöntemleri mil ve göbek için ayrı ayrı combo kutularına listelenir.

Çizelge 1. DIN ISO 286 kaliteleri için temel toleransların  $\Delta$  değerleri Access tablosundan kısımlar

	>d	<=d	3	4	5	6	7	8
0	3	0	0	0	0	0	0	0
3	6	1	1.5	1	3	4	6	
6	10	1	1.5	2	3	6	7	
10	18	1	2	3	3	7	9	
18	30	1.5	2	3	4	8	12	
30	50	1.5	3	4	5	9	14	
50	80	2	3	5	6	11	16	
80	120	2	4	5	7	13	19	
120	180	3	4	6	7	15	23	
180	250	3	4	6	9	17	26	
250	315	4	4	7	9	20	29	
315	400	4	5	7	11	21	32	
400	500	5	5	7	13	23	34	

Çizelge 2. Miller için alt sınır sapma değerleri Access tablosundan kısımlar (Göbekler için benzer tablo ters işaretlidir)

	>d	<=d	g	h	m	n	p	r	s	t	u
1	3	-2	0	2	4	6	10	14			18
3	6	-4	0	4	8	12	15	19			23
6	10	-5	0	6	10	15	19	23			28
10	14	-6	0	7	12	18	23	28			33
14	18	-6	0	7	12	18	23	28			33
18	24	-7	0	8	15	22	28	35	41	41	
24	30	-7	0	8	15	22	28	35	41	48	
30	40	-9	0	9	17	26	34	43	48	60	
40	50	-9	0	9	17	26	34	43	54	70	
50	65	-10	0	11	20	32	41	53	66	87	
65	80	-10	0	11	20	32	43	59	75	102	
80	100	-12	0	13	23	37	51	71	91	124	

Çizelge 3. imalat kalitesine göre yüzey işleme yöntemlerinden kısımlar (Accessse aktarılmıştır)

ISO IT Tolerans kalitesine göre imalat yöntemleri	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
IT Tolerans Kalitesi												
Lepleme												
Honlama												
Parlatma												
Silindirik												
Taşlama												
Broşlama												
Raybalamak												
Delik delme, Tornalama												

Sıkı geçmelerde ayrıca mekanik hesaplar ve uygun seçenekleri bulmak için bilgisayarda

input olarak malzeme özellikleri, taşınacak moment, geçme çapı  $d$ , milin veya göbeğin sadece birinin harf ve kalitesi, diğerinin sadece imalat kalitesi verilir. Hangisinin harf ve kalitesi verilmişse onun minimum ve maksimum çapları yukarıdaki gibi bulunur. Harfi verilmeyen geçme için o kalitedeki bütün harfler sırayla denir, denenen bu harflerde yukarıdaki gibi bütün çapların alt ve üst sınırları bulunur.

$$S_{\max} = d_{\max} - D_{\min} \quad (1)$$

$$S_{\min} = d_{\min} - D_{\max} \quad (2)$$

$S_{\min}$  değerlerinin olanları elenir sonraki harfe geçilir, elenmeyenler sıkılık-basınç bağıntısı yardımı ile:

$$S = b \frac{p}{E_G} \left( \frac{1+Q_G^2}{1-Q_G^2} + \nu_G \right) + b \frac{p}{E_M} \left( \frac{1+Q_M^2}{1-Q_M^2} - \nu_M \right) \quad (3)$$

$S_{\max}$ ,  $S_{\min}$  değerleri karşılığında  $p_{\max}$ ,  $p_{\min}$  değerleri bulunur.  $p_{\max}$  değeri yardımı ile max. teğet gerilmeler:

İç basınca maruz kalın cidarlı boru olarak düşünülen göbek iç yüzeyindeki teğetsel gerilme (çeki);

$$\sigma_{\text{igöbek}} = p \frac{1+Q_G^2}{1-Q_G^2} \quad (4)$$

ve dış basınca maruz kalın cidarlı boru olarak ele alınan içi boş milin dış yüzeyindeki teğetsel gerilme (bası)

$$\sigma_{\text{mil}} = -p \frac{1+Q_M^2}{1-Q_M^2} \quad (5)$$

şeklinde kullanılmıştır. Burada göbek ve milin boyut faktörü olarak  $Q_G = d/D$  ve  $Q_M = d_{Mi}/d$  şeklinde alınmıştır. Mil ve göbek malzemeleri bu gerilmelere dayanmıyorsa ilgili kalite harfi elenir. Bu malzeme kontrolünden başka  $p_{\min}$  değeri yardımı ile iletilecek minimum moment de kontrol edilir:

$$M_b = \mu \cdot \pi \cdot b \cdot p \cdot d^2 / 2 \quad (6)$$

İletilecek moment burada bulunan değerden küçükse bu harf ve kalite uygun demektir, uygun olanların liste kutusuna yazılır.

Bu toleranslara uygun imalat yöntemleri de Çizelge 3'den bulunur.

Burada;

$S_{\max}$ ,  $S_{\min}$  : Maksimum ve minimum sıkılık

$B_{\max}$ ,  $B_{\min}$  : Maksimum ve minimum boşluk

$d$ ,  $d_{\max}$ ,  $d_{\min}$  : Mil çapları

$d_{Mi}$  : Mil iç çapı

$D$ ,  $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$  : Göbek çapları

$p$  : Geçme yüzeylerinde basınç

$\sigma_{\text{igöbek}}$  : Göbekteki teğetsel gerilme

$\sigma_{\text{mil}}$  : Mildeki teğetsel gerilme

$Q_G$  : Göbek boyut faktörü

$Q_M$  : Mil boyut faktörü

$E_M$  : Mil'e ait elastisite modülü

$E_G$  : Göbeğe ait elastisite modülü

$\nu_M$  : Mil poisson oranı

$\nu_G$  : Göbek poisson oranı

$M_b$  : İletilecek moment

$b$  : Göbek genişliği

$\mu$  : Sürtünme katsayısı

'm ifade etmektedir.

### 3. Geçme Tasarımı Programı

#### 3.1. Programın Hazırlanışı

Program Visual Basic 6.0 programlama dili kullanılarak yapılmıştır. Geçme Tasarımı Programı ile istenilen çap ve tolerans niteliğine (IT değeri) göre; tolerans değerlerinin belirlenmesi, mukavemet hesaplarının yapılması, uygun imalat yöntemlerinin seçilmesi sağlanmıştır.

Programda elde edilen datalar, AutoCAD programında kullanılabilmesi için önce Microsoft Excel'e aktarılmıştır. Daha sonra AutoCAD Visual Basic for Application programlama dili ile, programda kullanılan girdiler ve bunların sonuçları, AutoCAD programı yardımıyla çizim ortamına aktarılmıştır.

### 3.2. Programın Genel Yapısı ve Kullanılışı

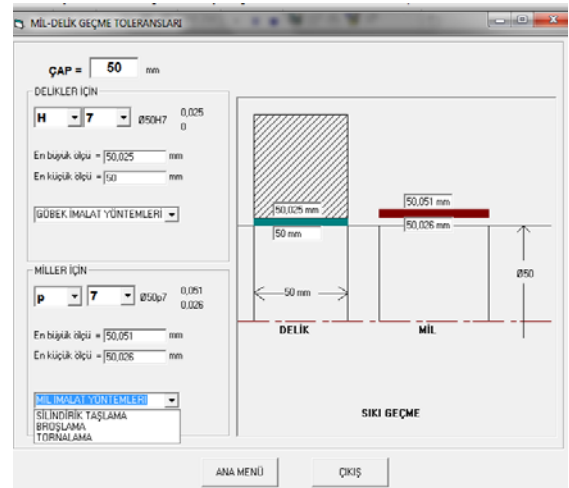
Geçme Tasarımı Programı ile, mil göbek bağlantılarının tasarımında kullanılacak olan toleransların alt ve üst sınır değerlerinin belirlenmesi, malzeme ve mukavemet yönünden uygunluğunun sağlanması, iletilecek momente veya istenilen boşluğa göre kullanılacak toleransların seçilmesi ve seçilen toleransın IT kalitesine göre kullanılacak imalat yöntemlerinin belirlenmesi sağlanabilmektedir. Aynı zamanda programda seçilen tolerans niteliklerine göre oluşan geçmenin hangi tür geçme olduğu (örneğin boşluklu geçme, ara (alıştırma) geçme veya sıkı geçme gibi) belirtilmekte ve şekil olarak ekranda gösterilmektedir.

Program üç ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde mil ve göbek için istenilen çap ve tolerans niteliğine (IT değeri) göre tolerans değerleri hesaplanmaktadır. (Şekil.2). Parçaların işlevlerini yerine getirebilmesi için seçilen tolerans niteliğine (IT değeri) uygun imalatın yapılması gerektiğinden, program yardımıyla seçilen tolerans kalitesine göre imalatçının kullanabileceği alternatif imalat yöntemleri program ekranında yer almaktadır.

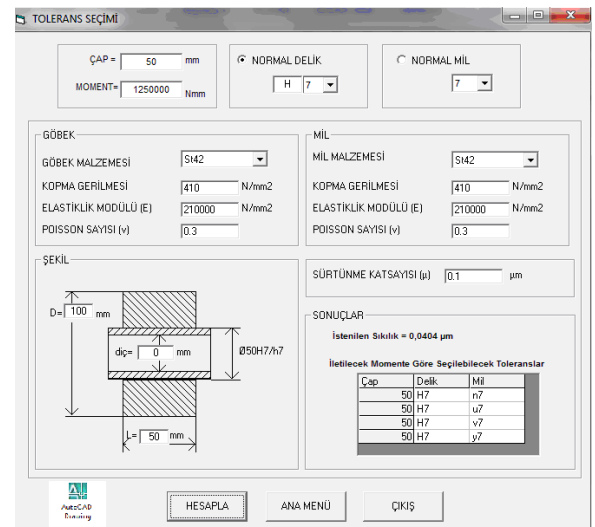
İkinci bölümde; sıkı geçme tasarımlarında iletilecek istenen momente göre (Şekil.3) ve özellikle kaymalı yataklarda kullanılan boşluklu geçme tasarımları için istenilen boşluk miktarına göre (Şekil.5) tolerans seçimi yapılabilmektedir.

Şekil.3'de iletilecek istenen momente göre yapılan bir tasarımda kullanılacak toleransların seçimi görülmektedir. Bu tasarımda kullanıcı, program tarafından istenilen verileri

girdikten sonra birim göbek veya birim mil sisteminden birini tasarımına uygun olarak seçer. Bu seçimi yaptıktan sonra tasarımda kullanacağı mil ve göbek için uygun malzeme seçimini yapar. Hesapla butonuna tıkladığında program tarafından seçilen malzemelerin kontrolü gerçekleşir. Malzemeler uygun değilse; "Mil malzemesi uygun değil" veya Göbek malzemesi uygun değil" şeklinde ekrana uyarı mesajı gelir. Eğer tüm veriler uygunsa sonuçlar bölümünde kullanılacak toleranslar program tarafından sunulur (Şekil.3).

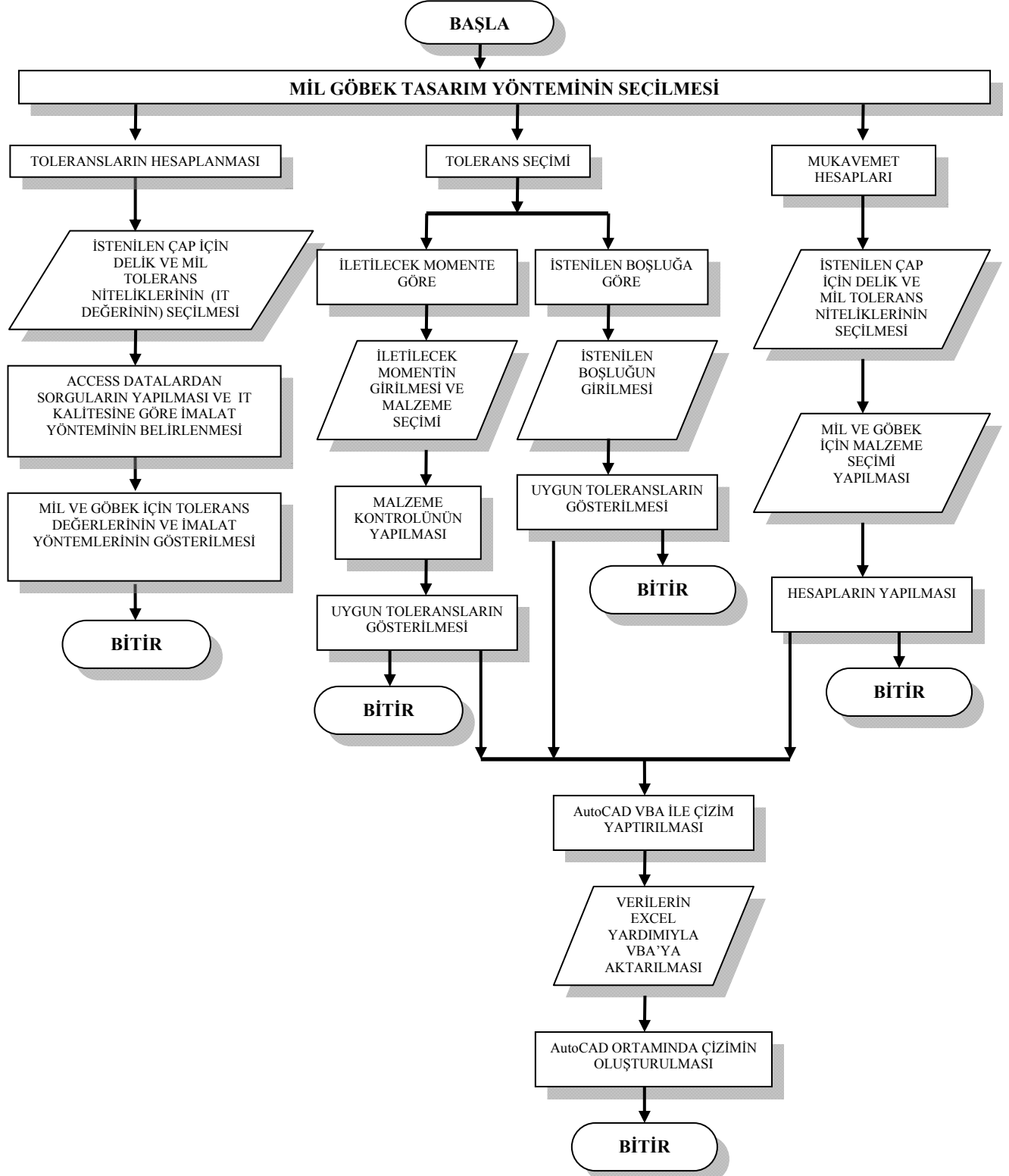


Şekil 2. İstenilen çap ve tolerans niteliğine (IT değeri) göre tolerans değerlerinin hesaplanması

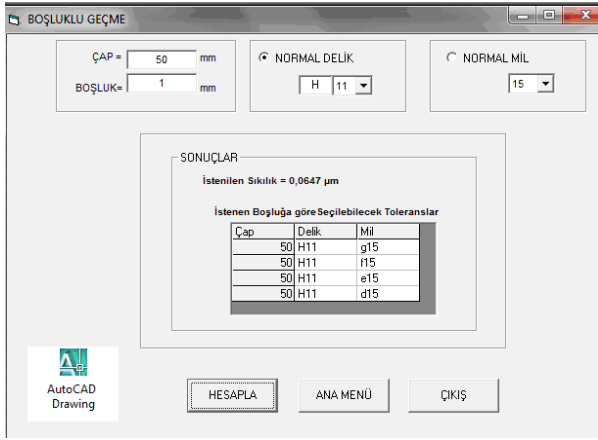


Şekil 3. İletilecek momente göre tolerans seçimi

Şekil 4. Autocad VBA uygulamalı geçme tasarımı programının algoritması

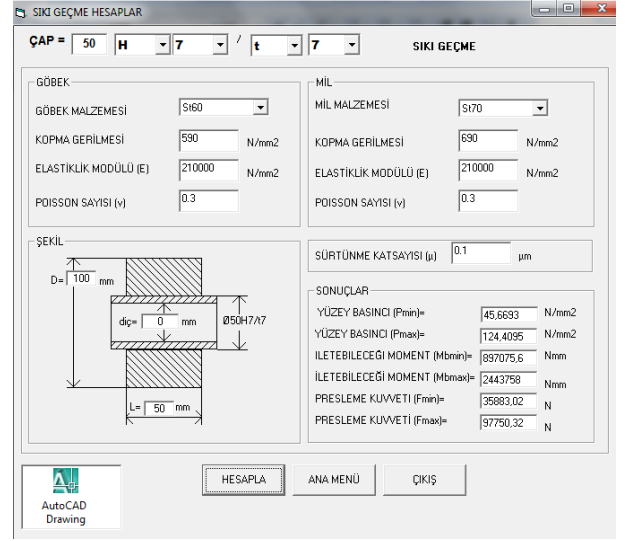


Özellikle kaymalı yatakların tasarımı için gerekli olan yatak boşluğuna göre tolerans seçimi, tasarımcının tasarımına uygun olan birim göbek veya birim mil sisteminden birini tıklamasıyla gerçekleşir. Tasarım için gerekli olan boşluğu yazdıktan sonra hesaplama butonuna tıklar. Böylece kullanılacak toleranslar sonuçlar çerçevesinde program tarafından gösterilir (Şekil.5).



Şekil 5. İstenilen boşluğa göre tolerans seçimi

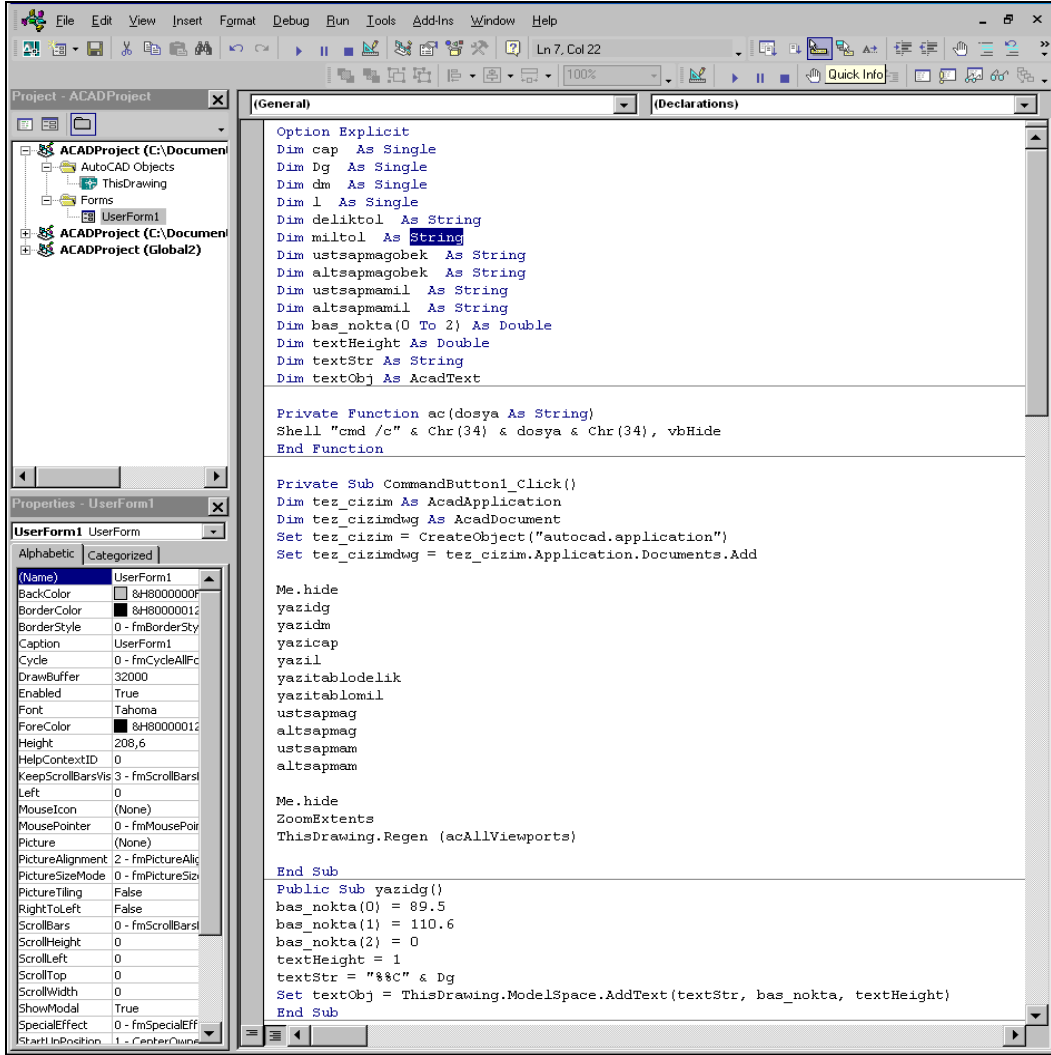
Üçüncü bölümde; seçilen çap ve tolerans niteliklerine ve malzemeye göre, tasarımı yapılan geçmede iletilecek moment, oluşan yüzey basıncı ve gerekli presleme kuvveti hesaplanarak sonuçlar bölümünde gösterilir (Şekil.6).



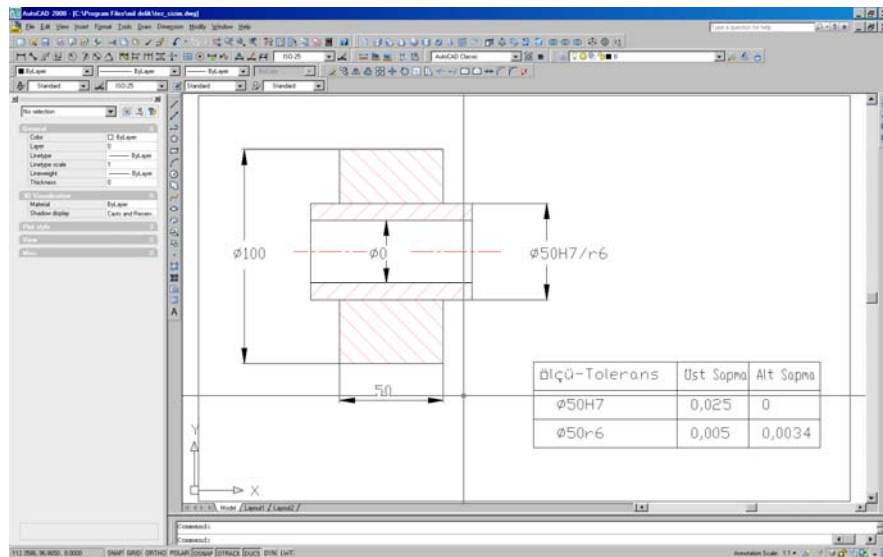
Şekil 6. Seçilen tolerans ve malzemeye göre mukavemet hesaplarının yapılması

Elde edilen sonuçlar içerisinde Autocad çiziminde gerekli olanların tamamı OPEN komutu yardımıyla bir Excel dosyasına sırasıyla aktarılır.

Yapılan bu tasarımın çizim ortamına aktarılması, AutoCAD Drawing OLE butonuna basılarak sağlanmaktadır. AutoCAD VBA yardımıyla, tasarımı yapılan geçme ile ilgili veriler aynı Excell dosyasından OPEN komutuyla okunarak çizim ortamına aktarılmaktadır. (Şekil.7) (Şekil.8).



Şekil 7. AutoCAD VBA ile verilerin çizim ortamına aktarılması ve çizimi programı



Şekil 8. AutoCAD VBA ile verilerin çizimi

#### **4. Sonuçlar**

Bilgisayar yardımıyla geçme tasarımı isimli bu çalışmada; DIN ISO 286 standartları esas alınmıştır. Hazırlanan program, makina parçalarının imalatında kullanılan geçme toleranslarını belirlemede kolaylık sağlamaktadır. Mil göbek geçme tasarımında ve hesaplarının yapılmasında zaman kazanımı açısından sürekli olarak kullanılabilir bir kaynak teşkil etmektedir.

Mil-göbek geçme tasarımı yapılırken genellikle birim mil sistemi veya birim göbek sistemi kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışma ile program yardımıyla tasarımcıya birim mil sistemi veya birim göbek sistemi dışındaki geçme tasarımı yapabilme imkânını da sağlamaktadır.

Program, mil-göbek geçme tolerans kalitesine göre imalatçıya alternatif imalat yöntemleri sunmakta ve onun en uygun imalat yöntemini seçmesine yardımcı olmaktadır.

#### **Kaynaklar**

- Eyigün E. , “Bilgisayar Yardımı ile Geçme Tasarımı“, Yüksek Lisans Tezi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2010).
- Durman, M. ,“Hidrodinamik Kaymalı Yatakların Bilgisayar Destekli Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2010).
- Koşoğlu, A.Ö. , “Tolerans ve Alıştırmalar“, Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi, Isparta, (2000).
- İnternet: Engineering-abc <http://www.tribology-abc.com/calculators/shaftfits.htm> , (2009)
- Shigley, J.E. , “Mechanical Engineering Design“ McGraw-Hill International Editions, First Metric Edition, (1986).
- Okkan, H. , “Bilgisayar Yardımı ile Sınır Sapma Değerlerinin Tespiti ve Sıkı Geçme Tasarımı“, Yüksek Lisans Tezi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (1999).