

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRTÜNMEYE DAYALI MİL GÖBEK BAĞLANTI ŞEKİLLERİNDEN SIKI
GEÇMELERDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖNEMİ**

Alpan SEVÜK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2005

71907

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

+

**SÜRTÜNMEYE DAYALI MİL GÖBEK BAĞLANTI ŞEKİLLERİNDEN SIKI
GEÇMELERDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖNEMİ**

Alpan SEVÜK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ**

2005

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRTÜNMEYE DAYALI MİL GÖBEK BAĞLANTI ŞEKİLLERİNDEN SIKI
GEÇMELERDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖNEMİ

Alpan SEVÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2005

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜRTÜNMEYE DAYALI MİL GÖBEK BAĞLANTI ŞEKİLLERİNDEN SIKI
GEÇMELERDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖNEMİ**

Alpan SEVÜK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

2005

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜRTÜNMEYE DAYALI MİL GÖBEK BAĞLANTI ŞEKİLLERİNDEN SIKI
GEÇMELERDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖNEMİ

Alpan SEVÜK




YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez, 21.09.2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından (75) not takdir edilerek Oybirliği/ Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hikmet RENDE (Danışman)

Prof. Dr. Narin ÜNAL

Prof. Dr. Alper GÜLSÖZ

ÖZET
SÜRTÜNMEYE DAYALI MİL GÖBEK BAĞLANTI ŞEKİLLERİNDEN SIKI
GEÇMELERDE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNÜN ÖNEMİ

Alpan SEVÜK

Danışman: Prof. Dr. Hikmet RENDE
Yüksek Lisans Tezi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı
Eylül 2005, 82 Sayfa

Bu çalışmada özellikle otomotiv ve pompa sektöründe kullanılan mil göbek çiftlerinden olan sıkı geçmelerin montaj öncesi ve sonrası yüzey pürüzlerinin kırılma durumları incelenmiştir. Hazırlanan numuneler, kuvvet kullanılmadan, metallerin ısıl genişlemesinden faydalanılarak monte edilmiş ve aynı şekilde demonte edilerek yüzey pürüzlülük durumları incelenmiştir.

Çalışma sonucunda aksenal pres geçmelerde, radyal pres geçmelere oranla yüzey pürüzlerinin %15 - %20 daha fazla kırıldığı görülmüştür. Bu durum, iletilecek momentin hesaplanmasında ve geçmenin tekrar montajında önemli rol oynamaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Sıkı geçme, yüzey pürüzlülüğü, radyal pres geçmeler, aksenal pres geçmeler

JÜRİ: Prof. Dr. Hikmet RENDE

Prof. Dr. Narin ÜNAL

Prof. Dr. Alper GÜLSÖZ

ABSTRACT
**IMPORTANCE OF THE SURFACE ROUGHNESS IN THE INTERFERENCE
FIT OF THE FRICTION BASED SHAFT HOLE MATES**

Alpan SEVÜK

Advisor: Prof. Dr. Hikmet RENDE
M. Sc. in Mechanical Engineering
May 2005, 82 Pages

The interference fit of the friction based shaft-hole mates are mostly used in transmitting power in automotive and pump manufacturing industry.

In this study surface roughness effects and importance on the interference fits of the friction based shaft-hole mates are studied.

The specimens prepared for the experiments are chosen in two different tolerances and fits are made by means of metals heat expansion instead of using press force for both assembly and disassembly.

As a conclusion of this study surface roughness of the assembled and disassembled couples are measured in both interference and shrink fits. And the loss of surface roughness calculated in shrink fits are %15 -% 20 smaller than the interference fits. However the specimens were chosen in two different tolerances, the results showed that the method of the fit is more important than the tolerances.

KEYWORDS: Interference fits, shrink fits, surface roughness, shrink fits of the shaft-hole mates

COMMITTEE: Prof. Dr. Hikmet RENDE
Prof. Dr. Narin UNAL
Prof. Dr. Alper GÜLSÖZ

ÖNSÖZ

Özellikle hassas imalat ve boyut ölçmelerinde, yüzey pürüzlülüğü sebebiyle ortaya çıkabilecek hatalar ihmal edilemeyecek büyüklüktedir. Ayrıca malzemenin yorulma dayanımı, yataklık etme ve aşınma özellikleri de yüzey pürüzlülüğü ile yakından ilgilidir. Bu nedenle parça yüzeylerinin boyut ve şekil hatalarında olduğu gibi mikrojeometrik hatalar yönünden de toleranslandırılması gerekmektedir.

Çalışmada, farklı toleranslarda imal edilip yüzey pürüzlülük durumları incelenen parçalarda, bu aşınmanın ne kadar olduğu ve endüstride etkilerinin ne olabileceği araştırılmıştır.

Çalışma konumun belirlenmesinde ve çalışmamın her aşamasında destek, görüş ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Hikmet RENDE'ye, teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında göstermiş oldukları anlayış ve yardımlarından ötürü Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü çalışanlarına, destek, görüş ve yardımlarından ötürü Prof. Dr. Narin ÜNAL'a, imalat sürecinde yardımlarından ötürü Fikret DALCAN'a, Süleyman DUYAN'a ve manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim. Maddi ve manevi destek ve teşvikleriyle çalışmam süresince her zaman yanımda olan eşim ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1 GİRİŞ	1
2 KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI	2
2.1 Geçmeler	2
2.1.1 Boşluklu Geçmeler	3
2.1.2 Ara Geçmeler	3
2.1.3 Sıkı (Pres) Geçmeler	4
2.2 Geçmelerin Kullanım Alanları	4
2.3 Sıkı (Pres) Geçme Türleri	4
2.3.1 Boyuna (Eksenel) Pres Geçmeler	5
2.3.1.1 Boyuna Pres Geçmelerin Hesabı	6
2.3.1.1.1 Gerilme ve Deformasyonlar	6
2.3.1.1.2 Bileşik Gerilmeler	9
2.3.1.1.3 Deformasyonların Hesabı	10
2.3.2 Enine (Radyal) Pres Geçmelerin Hesabı	14
2.4 Yüzey Kalitesi ve Yüzey Pürüzlülüğü	16
2.4.1 Yüzey Kalitesi	16
2.4.2 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Parametreleri	16
2.4.2.1 Ra Parametresi	17
2.4.2.2 Rz Parametresi	17
2.4.2.3 Rmax(Ry) Parametresi	18
2.4.2.4 Sımr Dalga Boyu (Cut-off) Parametresi	18
3 MATERYAL ve METOT	19
3.1 Materyal	19

3.1.1. Numunelerin Hazırlanması	19
3.2. Metot	22
3.2.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı	22
3.2.2. Cihaz Parametreleri	23
4. BULGULAR	25
4.1. Deney Numunelerinin İmalat Sonrası Net Ölçümleri	25
4.2. Deney Öncesi Geçme Sıcaklığının Tespiti	26
4.2.1. 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Geçme Sıcaklıkları	27
4.2.2. 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Geçme Sıcaklıkları	27
4.2.3. 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Geçme Sıcaklıkları	28
4.2.4. Al Göbek ve 304 Çeliğinden İmal Edilen Milin Geçme Sıcaklıkları	29
4.2.5. Pirinç Göbek ve 304 Çeliğinden İmal Edilen Milin Geçme Sıcaklıkları	30
4.2.6. 304 Çeliğinden, Göbek Dış Çapı Ø 70 Seçilerek İmal Edilen Numunelerin Geçme Sıcaklıkları	31
4.3. Yüzey Pürüz Kayıplarının Montaj Öncesi ve Demonte Sonrası Tespiti	32
4.3.1. 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Numunelerin Montaj Öncesi Ölçümleri	33
4.3.2. 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Numunelerin Demonte Sonrası Ölçümleri	34
4.3.2.1. Ø30 H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Teorik ve Deney Sonucu Bulunan Δu Değerlerinin Karşılaştırılması	37
4.3.3. 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø25 H7s6 Numunelerin Montaj Öncesi Ölçümleri	38
4.3.4. 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø25 H7s6 Numunelerin Demonte Sonrası Ölçümleri	40
4.3.4.1. Ø25 H7s6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Teorik ve Deney Sonucu Bulunan Δu Değerlerinin Karşılaştırılması	44
4.3.5. 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Numunelerin Montaj Öncesi Ölçümleri	45

4.3.6. 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Numunelerin Demonte Sonrası Ölçümleri.....	47
4.3.6.1. Soğuk Halde Preslenerek Monte Edilen Numunelerde Yapılan Ölçümler.....	48
4.3.6.2. Göbek Isıtılarak Monte Edilen Numunelerde Yapılan Ölçümler.....	49
4.3.7. Önceden Preslenerek Monte Edilen ve Demontajı Yapılan Numunelerin Isıtılarak Monte ve Demonte Edilmesiyle Elde Edilen Sonuçlar.....	50
4.3.8. Önceden Isıtılarak Monte Edilen ve Demontajı Yapılan Numunelerin Preslenerek Monte ve Demonte Edilmesiyle Elde Edilen Sonuçlar.....	52
4.3.8.1. Ø30 H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Teorik ve Deneysel Sonucu Bulunan Δu Değerlerinin Karşılaştırılması.....	54
4.3.8.2. Ø30 H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Teorik ve Deneysel Sonucu Bulunan Δu Değerlerinin Karşılaştırılması.....	55
4.3.9. Ø30 H7u6 Al Alaşımı Göbek ve 304 Milin Montaj Öncesi Ölçülen Değerleri.....	56
4.3.10. Ø30 H7u6 Pirinç Göbek ve 304 Milin Montaj Öncesi Ölçülen Değerleri.....	57
4.3.11. Ø30 H7u6, 304 Çeliğinden İmal Edilen Mil-Göbek Çiftinin Montaj Öncesi Ölçülen Değerleri(Göbek Dış Çap Ø70).....	59
4.3.12. Ø30 H7u6, Al Alaşımı Göbek ve 304 Milin Demonte Sonrası Ölçülen Değerleri.....	60
4.3.13. Ø30 H7u6, Pirinç Göbek ve 304 Milin Demonte Sonrası Ölçülen Değerleri.....	62
4.3.14. Ø30 H7u6, 304 Çeliğinden İmal Edilen Mil-Göbek Çiftinin Demonte Sonrası Ölçülen Değerleri(Göbek Dış Çapı Ø 70).....	63
4.3.15. Ø30 H7u6, Al Alaşımı Göbek ve 304 Milin Δu Teorik ve Δu Pratik Değerlerinin Hesaplanması ve Karşılaştırılması.....	67
4.3.16. Ø30 H7u6, Pirinç Göbek ve 304 Milin Δu Teorik ve Δu Pratik Değerlerinin Hesaplanması ve Karşılaştırılması.....	67
4.3.17. Ø30 H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Δu Teorik ve Δu Pratik Değerlerinin Hesaplanması ve Karşılaştırılması.....	68
5. SONUÇ.....	70

5.1. Mil ve Gbeklerdeki Yüzey Przllg Kayıpları.....	70
5.2. Eksenel ve Radyal Pres Geçme Arasındaki Yüzey Przllg Kayıplarının Farkları.....	71
5.3. Mil Ve Göbeğin Farklı Malzemededen İmal Edilmesi Durumunda Yüzey Przllg Kayıplarının İncelenmesi.....	71
5.4. Göbek Cidar Kalınlığı Etkisinin İncelenmesi.....	71
6 EK - I NUMUNELERİN ÖLÇÜM SONUÇLARI ÖRNEKLERİ.....	72
7 KAYNAKLAR.....	82
8. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

$^{\circ}\text{C}$	Derece santigrat
E	Elastiklik modülü
P	Basınç
U	Sıklık
ε	Birim uzama
μ	Sürtünme katsayısı
ν	Poisson oranı
α	Isıl Genleşme Katsayısı
σ	Normal gerilme
τ	Kayma gerilmesi
mm	Milimetre
μm	Mikrometre

Kısaltmalar

S_g	Maksimum boşluk (μm)
S_k	Minimum boşluk (μm)
U_g	Maksimum sıklık (μm)
U_{max}	Maksimum sıklık (μm)
U_k	Minimum sıklık (μm)
U_{min}	Minimum sıklık (μm)
R_a	Pürüz alanları ortalaması (μm)
R_z	5 tepe 5 çukur ortalaması (μm)
R_{max}	En yüksek tepe en derin çukur ortalaması (μm)
t_G	Geçme Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)
Δu	Sıklık kaybı (μm)
M_s	Sürtünme momenti (Nm)
M_b	Burulma momenti (Nm)
ℓ	Genişlik (m)
L_t	Ölçüm mesafesi (mm)
λ_c	Sınır dalga boyu
n	Ölçüm sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2 1.	Geçmelerin Şematik Olarak Gösterilmesi	3
Şekil 2 2.	Geçmelerde Toleransların Konumu	4
Şekil 2 3.	Boyuna Pres Geçmede Presleme Kuvveti	5
Şekil 2 4.	Boyuna Pres Geçme Bağlantısında Deformasyonlar	7
Şekil 2 5.	Pres Geçme Bağlantısında Gerilmeler	7
Şekil 2 6.	Pres Geçme Dolu Kesitli Milde Gerilmeler	9
Şekil 2 7.	Pres Geçmede Yüzey Pürüzleri ve Ezilme	13
Şekil 2 8.	Pres Geçme Toleransında Sıkılık Durumları	14
Şekil 2 9.	Bir Makina Elemanının Yüzey Geometrisi	17
Şekil 2 9 1.	Ra Parametresinin Şematik Gösterimi	17
Şekil 2 9 2.	Rz Parametresinin Şematik Gösterimi	18
Şekil 2 9 3.	Sınır Dalga Boyu Parametresinin Şematik Gösterimi	18
Şekil 3 1.	Numunelerin Hazırlanma Süreçleri Torna ile Talaş Kaldırma, Mil Taşlama	20
Şekil 3 2.	Millerin Yüzeylerinin Taşlanması, Mikrometre İle Ölçüm	20
Şekil 3 3.	Göbek Tornasıyla Göbeklerin 0,01 Hassaslıkta İşlenmesi	20
Şekil 3 4.	Deney Numuneleri Teknik Resimleri ve Toleransları (H7u6)	21
Şekil 3 5.	Deney Numuneleri Teknik Resimleri ve Toleransları (H7s6)	21
Şekil 3 6.	Perthometer M2 V 3 03-00 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı	22
Şekil 3 7.	Cihazla Numunelerin Yüzey Pürüzlülüklerinin Tespiti	23
Şekil 6 1.	H7u6 Toleransındaki 1 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları	72
Şekil 6 2.	H7u6 Toleransındaki 1 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları	73
Şekil 6 3.	H7u6 Toleransındaki 2 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları	74
Şekil 6 4.	H7u6 Toleransındaki 2 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları	75
Şekil 6 5.	H7u6 Toleransındaki 3 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları	76
Şekil 6 6.	H7u6 Toleransındaki 3 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları	77
Şekil 6 7.	H7s6 Toleransındaki 1 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları	78
Şekil 6 8.	H7s6 Toleransındaki 1 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları	79
Şekil 6 9.	H7s6 Toleransındaki 2 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları	80
Şekil 6 10.	H7s6 Toleransındaki 2 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Bazı Malzemelerin E – Elastisite Modülleri, ν – Poisson Sayıları ve α – Isıl Genleşme Katsayıları.....	11
Çizelge 3.1.	Deney Numunelerinin Özellikleri	19
Çizelge 3.2.	Numunelerin Toleransları (ISO Sistemine Göre)	22
Çizelge 3.3.	Cihaz Parametreleri ve Standartlar	24
Çizelge 4.1.	Ø30H7u6 Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max. Sıkılık Değerleri	25
Çizelge 4.2.	Ø25H7s6 Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max. Sıkılık Değerleri	25
Çizelge 4.3.	Ø30H7u6 Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max. Sıkılık Değerleri	25
Çizelge 4.4.	Ø30H7u6 Al Göbek – 304 Çeliği Mil Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Maksimum Sıkılık Değerleri	26
Çizelge 4.5.	Ø30H7u6 Pirinç Göbek – 304 Çeliği Mil Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Maksimum Sıkılık Değerleri	26
Çizelge 4.6.	Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen (Göbek Dış Çapı Ø70) Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Maksimum Sıkılık Değerleri.....	26
Çizelge 4.7.	Göbeklerin Genleşme Sıcaklıkları	31
Çizelge 4.8.	Ø30H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	36
Çizelge 4.9.	Ø30H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Millerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	36
Çizelge 4.10.	Ø30H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Göbeklerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	37
Çizelge 4.11.	Ø25H7s6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	43
Çizelge 4.12.	Ø25H7s6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Millerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	43
Çizelge 4.13.	Ø25H7s6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Göbeklerde Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	44
Çizelge 4.14.	Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	53

Çizelge 4.15.	Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Millerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	53
Çizelge 4.16.	Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Göbeklerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	53
Çizelge 4.17.	Ø30H7u6 Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları	65
Çizelge 4.18.	Alüminyum ve 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Ölçülen Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Karşılaştırılması	65
Çizelge 4.19.	Pirinç ve 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Ölçülen Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Karşılaştırılması	66
Çizelge 4.20.	304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Ölçülen Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Karşılaştırılması (Göbek Dış Çapı Ø70)	66
Çizelge 5.1.	Göbek Isıtılarak Geçme Yapılan Numunelerde % Yüzey Kayıpları	70

1. GİRİŞ

Özellikle otomotiv, uçak endüstrisinde ve pompa sanayisinde kullanılan sıkı geçmeler, mil-göbek çiftlerinin sabitlenmesinde yani, geçmenin kolaylıkla sökülmesinin istenmediği alanlarda kullanılmaktadır. Sıkı geçmeler, mil çapının toleransının, delik çapının toleransından daha büyük seçilip, metallerin ısıl genişlemesinden veya bir pres kuvveti etkisiyle birleştirilmesinde kullanılan bir yöntemdir.

Çalışmada detaylı olarak sunulduğu üzere, ısıl genişleme ile birleştirme yaparken, ilk geçme anında yüzey kaybı olmamasına rağmen metallerin soğuması esnasında göbeğin mil yüzeyine uyguladığı basınç etkisiyle çiftlerin yüzeyinde hiç de azımsanamayacak bir kayıp meydana gelmektedir. Bu durum neredeyse, bu parçaların ikinci kez sıkı geçme olarak birleştirilmesine, yüzey kayıplarının çok olması ve tolerans sınırlarının aşılması nedeniyle, olanak tanımamaktadır. Presle yani harici bir kuvvet uygulanarak yapılan sıkı geçmelerde de mil – göbek çiftinin ikinci kez sökülüp takılmasında yine aynı problem meydana gelmekte ve oluşan bu durum nedeniyle bağlantıyı bir ara geçme olarak nitelemek mümkün olabilmektedir.

Ayrıca sıkı geçmelerin ısıl genişleme ile montajında sanayide gereken sıcaklığın doğru hesaplanmaması ve bu hesabın uygulanmaması veya malzeme soğuma hızının doğru ayarlanmaması malzeme mikro yapısını da etkilemekte ve gerekenden yüksek sıcaklığa ısıtılan malzemelerin hızlı soğutulmasında mil veya yatak yüzeyinde gevrekleşme meydana gelmektedir. Bu şekilde oluşan martenzit benzeri yapılar nedeniyle, kullanılan malzemeye bağlı olarak mil yüzeyinde ve göbek içerisinde yırtılmalar veya kırılmalar oluşmaktadır.

Bu çalışmanın amacı sürtünmeye dayalı bağlantı şekillerinden mil göbek çiftlerinde sıkı geçme bağlantılarının özelliklerini araştırmak ve sıkı geçme bağlantılarının sağlıklı ve emniyetli bir şekilde yapılmasında yüzey pürüzlülüğünün önemini vurgulayabilmektir.

2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

2.1 Geçmeler

Geçmeler, birbirine geçirilen her iki parçanın (mil ve delik), tolerans bölgelerinin teşkil ettiği durum olarak tanımlanmaktadır

Birleştirilecek parçalar arasındaki boyut fazlalığı (sıkılık), montajdan sonra yüzeyler arasında bir basınç oluşturmaktadır. Bu işlem için milin dış çapı (d_{Md}), göbeğin delik çapından (d_{Gi}) biraz daha büyük yapılmakta olup, göbek, mil üzerine takıldığında iki parça arasında;

$$\Delta d = d_{Md} - d_{Gi} \quad (1)$$

kadar bir sıkılık meydana gelmektedir. Bu esnada mil çapı bir miktar büzülme ve delik çapı ise bir miktar genişlemektedir. Elastik bölgede meydana gelen bu şekil değiştirmeler temas yüzeyleri arasında bir basınç oluşmasına neden olmaktadır. Bu bağlantıya bir döndürme momenti tatbik edildiğinde temas yüzeyleri arasında sürtünme momenti meydana gelmekte ve;

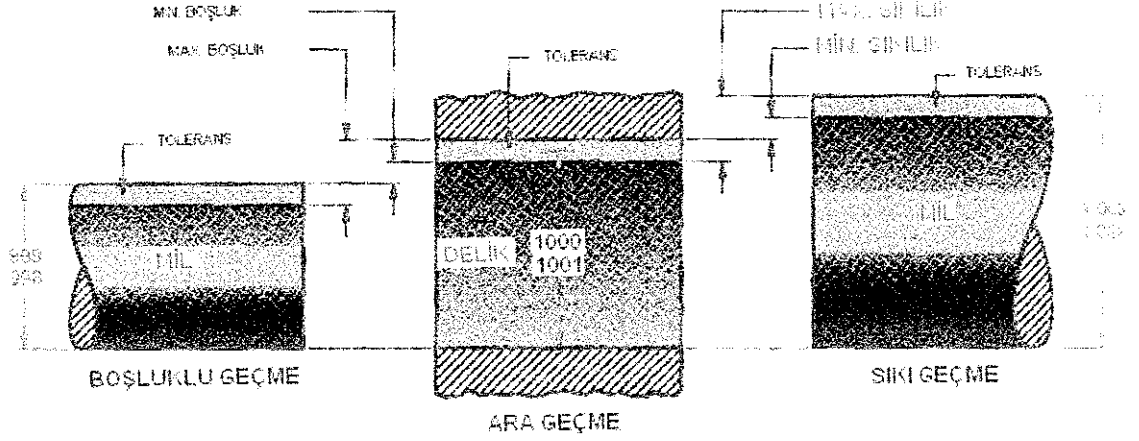
$$M_s \geq M_b \quad (2)$$

şartını gerçekleştirerek bağlantı, işlevini yerine getirmektedir.

Pres geçmeler; imalatının kolay olması (genellikle hassas tornalama), kama yuvası olmadığından mili zayıflatmaması, darbeli ve değişken zorlamaların iletimine uygun olması, mil ve göbeğin iyi merkezlenmesi nedeniyle geniş ölçüde kullanılmaktadır. Ancak yüzeyler arasındaki basıncı sağlayacak gerekli sıkılık değerinin, dolayısıyla imalat toleransının iyi seçilmiş olması gerekmektedir. Geçmeler, tolerans bölgelerine göre;

- Boşluklu Geçme
- Ara Geçme
- Sıkı Geçme

olarak 3 grup altında incelenmektedirler (Rende 2000) (Şekil 2.1)



Şekil 2.1 Geçmelerin Şematik Olarak Gösterilmesi (Faupel ve Fisher 1981)

2.1.1 Boşluklu Geçmeler

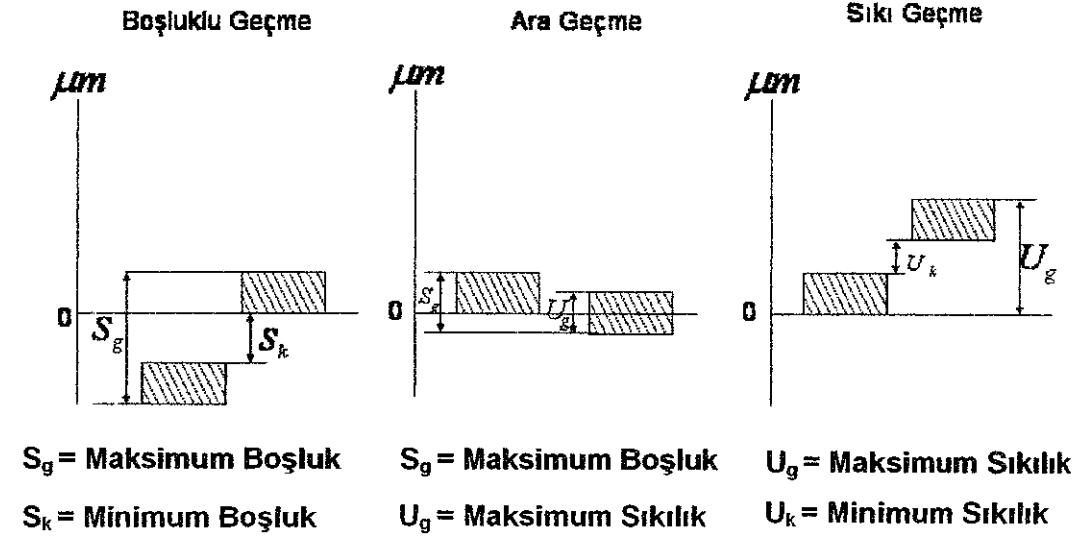
Boşluklu geçmeler, milin maksimum çapının, deliğin minimum çapından daha küçük olduğu geçmeler olarak tanımlanmaktadır. Yani, mil tolerans üst sınırı ile delik tolerans alt sınırı arasında mutlaka bir boşluk bulunmaktadır (Şekil 2.2). Uygulamada merkezleme flanşlarında, tespit halkalarında, kavramalarda, vs. 'de kullanılabilirler.

2.1.2 Ara Geçmeler

Tolerans bölgeleri sıfır çizgisinin kısmen altında kısmen de üstündedir. Böylece parçalar arasında az boşluk veya sıkılık meydana gelmektedir (Şekil 2.2). Uygulamada kasnaklarda, kavramalarda, kolay bir şekilde sökülen ve sıkça montajı yapılan parçalarda, vs. 'de kullanılabilirler.

2.1.3 Sıkı Geçmeler (Pres Geçmeler)

Mil minimum çapının delik maksimum çapından büyük olduğu geçmeler olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.2). Mil toleransının alt sınırı, delik toleransının üst sınırından daha büyüktür. Montaj işlemi presle veya ısıtma ile yapılır. Sıkı geçmeler, dönmeye karşı emniyet gerektirmemektedirler.



Şekil 2.2 Geçmelerde Toleransların Konumu (Rende 2000)

2.2 Geçmelerin Kullanım Alanları

Pres geçmeler; yuvarlanmalı yatak bilezikleri, kavrama flanşları, dişli çarkların mile montajı, dişli çarklarda göbeğe takılan dişli çemberler, demiryollarında tekerlek bandajları, millere sıkı takılan tekerlek ve volanlar, kaymalı yatak burçları, silindir gömlekleri, parçalı krank milleri gibi yerlerde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Rende 2000, Cürgül 1997)

2.3 Sıkı (Pres) Geçme Türleri

Montaj esasına göre pres geçmeler;

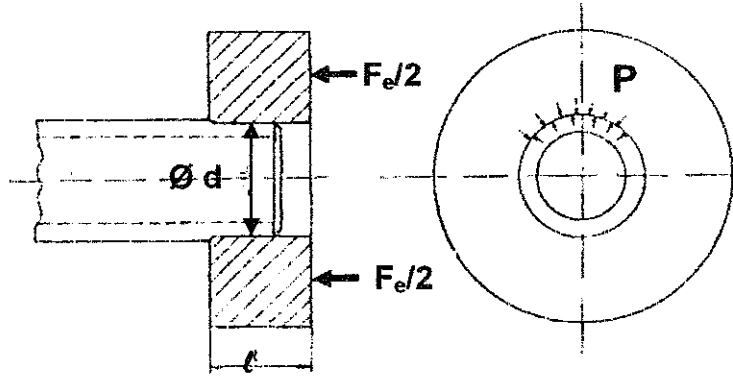
- Boyuna (Eksenel) Pres Geçmeler

- Enine (Radyal) Pres Geçmeler

olarak iki grupta incelenmektedir.

2.3.1 Boyuna (Eksenel) Pres Geçmeler

Pres geçme işlemi oda sıcaklığında yapılır. Genellikle göbek mil üzerine eksenel bir presleme kuvveti (F_e) ile itilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Boyuna Pres Geçmede Presleme Kuvveti (Cürgül 1997)

Presleme kuvveti:

$$F_e = \pi \times d \times l \times p \times \mu \quad (3)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Bu formülde;

- μ , Temas yüzeylerindeki sürtünme katsayısını,
- p , Yüzeyler arasında meydana gelen basıncı,
- l , Göbek genişliğini,
- d , Pres geçme sonucu deliğin çapını (göbeğin iç çapı ile milin dış çapının ortak büyüklüğünü) ifade etmektedir.

Montajda presleme işlemi genellikle hidrolik olarak sağlanmalıdır. Ancak küçük parçalarda ve özellikle taşınmayan montaj işlerinde presleme kuvveti çekiç yoluyla temin edilebilmektedir.

Presleme esnasında yüzey pürüzleri kısmen ezilmekte ve kısmen de makaslanmaktadır. Makaslamayı engellemek için mil ucunun 2...5mm'lik kısmı, 10° kadar kırılmakta veya yuvarlatılmaktadır aynı şekilde göbek ucunda da 45°'lik pah kırma işlemi uygulanmaktadır. Ayrıca özellikle çelik malzemelerde, malzemenin birbirine kaynamaması için yüzeyler arasına bir miktar yağ gönderilmektedir.

Boyuna pres geçmeler birkaç defa takılıp sökülürse, yüzey pürüzleri düzelerek iletilecek moment %20 - %60 civarında azalmaktadır. Boyuna pres geçme ile taşınabilecek moment;

$$M_s = \pi \times l \times p \times \mu \times \frac{d^2}{2} \quad (4)$$

olarak hesaplanmaktadır (Cürgül 1997, Rende 2000)

2.3.1.1 Boyuna Pres Geçmelerin Hesabı

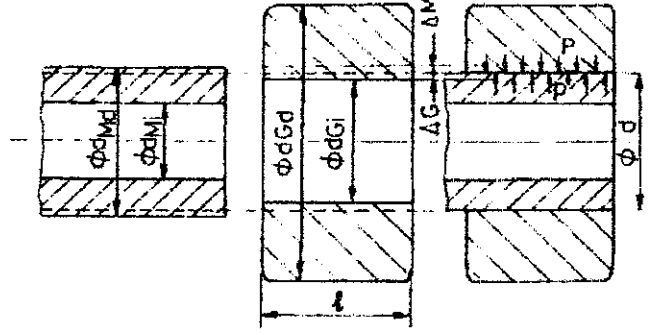
2.3.1.1.1 Gerilme ve Deformasyonlar

Pres geçme bağlantılarında demonte sonrası göbeğin delik çapı ΔG kadar büyümekte, milin çapı ise ΔM kadar küçülmektedir. Böylece yüzeyler arasında meydana gelen yüzey basıncı (p), bağlantıyı temin etmektedir. Bu basıncı oluşturacak olan sıkılık;

$$U = \Delta G + \Delta M \quad (5)$$

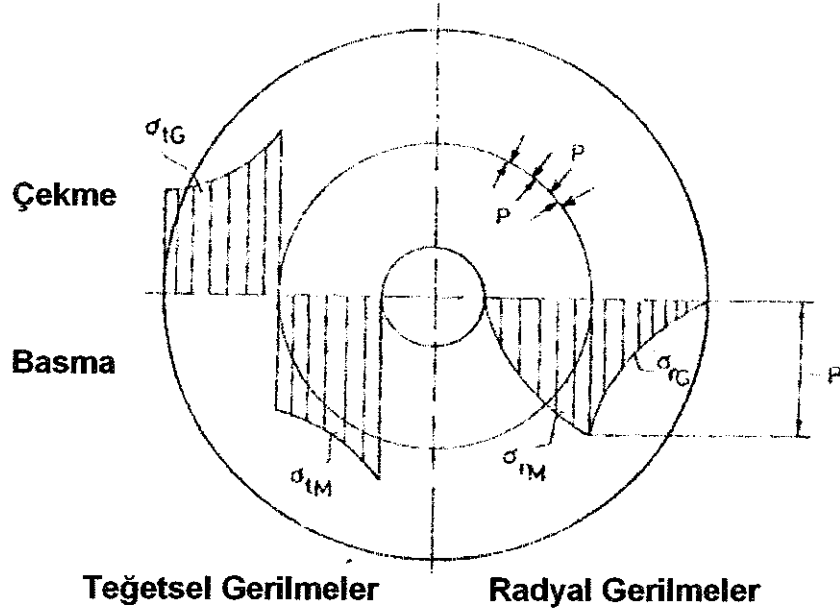
şeklinde hesaplanmaktadır.

Pres geçmelerdeki gerilme ve deformasyonların hesabında; göbek, iç basınca, mil, dış basınca maruz kalan kalın cidarlı silindirlere kabul edilmekte ve elastisite teorisi bu silindirlere uygulanmaktadır. Pratikte, özellikle dişli çarklar veya kayış kasnaklarında olduğu gibi, rijitleştirici kollar veya perdeler nedeniyle düzgün basınç yayılımı bulunmamaktadır. Bu nedenle hesap sonuçları yaklaşık değerler mertebesinde olmakla beraber uygulamada sakıncalar yaratmamaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Boyuna Pres Geçme Bağlantısında Deformasyonlar (Cürgül 1997)

İç veya dış basınca maruz kalan kalın cidarlı bir silindirde, elastik bölgedeki deformasyonlar sonucu, teğetsel (σ_t) ve radyal (σ_r) yönlerde normal gerilmeler meydana gelmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Pres Geçme Bağlantısında Gerilmeler (Cürgül 1997)

Göbek, iç basınca maruz kalın cidarlı bir silindir olarak göz önüne alındığında en büyük teğetsel gerilme;

$$\sigma_{tG} = p \times \frac{1 + Q_G^2}{1 - Q_G^2} \quad (6)$$

göbeğin iç yüzeyinde (delik cidarında), en büyük radyal gerilme de;

$$\sigma_{rG} = -p \quad (7)$$

yine aynı düzeyde oluşmaktadır

Mil, dış basınca maruz bir silindir olarak göz önüne alındığında, içi boş mil için en büyük teğetsel gerilme;

$$\sigma_{tM} = -p \times \frac{2}{1 - Q_M^2} \quad (8)$$

milin iç yüzeyinde meydana gelmektedir. Bu yüzeydeki radyal gerilme ise,

$$\sigma_{rM} = 0 \quad (9)$$

olmaktadır. Milin dış yüzeyindeki teğetsel ve radyal gerilmeler, sırasıyla;

$$\sigma_{tM} = -p \times \frac{1 + Q_M^2}{1 - Q_M^2} \quad (10)$$

ve

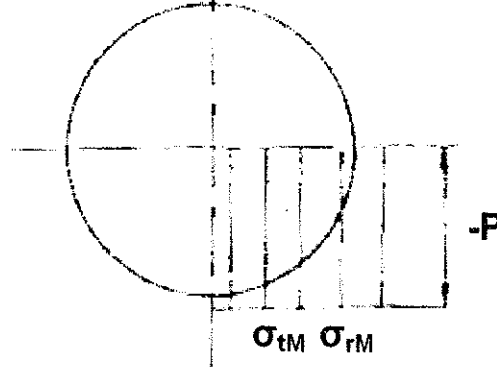
$$\sigma_{rM} = -p \quad (11)$$

bağıntıları ile hesaplanmaktadır.

Dolu kesitli mildeki (Şekil 2 6) gerilme yayılımı çapa bağlı olmaksızın;

$$\sigma_{tM} = \sigma_{rM} = -p \quad (12)$$

olmaktadır (Şekil 4). Zira $Q_m = 0$ 'dır.



Şekil 2.6 Pres Geçme Dolu Kesitli Milde Gerilmeler (Cürgül 1997)

Yukarıdaki eşitliklerde,

$$Q_M = \frac{D_{Mf}}{D_{MD}} \quad \text{ve} \quad Q_G = \frac{D_{Gf}}{D_{GD}} \quad (13)$$

olarak alınmıştır (Cürgül 1997, Yayla1998)

2.3.1.1.2 Bileşik Gerilmeler

Göbekteki en büyük gerilme iç kısımda olduğundan, maksimum şekil değiştirime enerjisi varsayımına göre; göbekteki bileşik gerilme,

$$\sigma_{MAX_G} = \frac{P \times (\sqrt{3 + Q_G^4})}{1 - Q_G^2} \quad (14)$$

ve içi boş mildeki bileşik gerilme, iç yüzeyde;

$$\sigma_{MAX_M} = 2 \times \frac{p}{1 - Q_M^2} \quad (15)$$

ve dış yüzeyde;

$$\sigma_{MAX_M} = \frac{p \times (\sqrt{1 + 3Q_M^4})}{1 - Q_M^2} \quad (16)$$

şeklinde olmaktadır. Bu bağıntılarda $Q_M < 1$ olduğundan, milin iç yüzeyindeki bileşik gerilme, dış yüzeydekinden daha büyük olmaktadır. Bu nedenle içi boş mil için hesaplarda daima iç yüzeydeki gerilmeler göz önüne alınmaktadır. Dolu kesit mildeki bileşik gerilme;

$$\sigma_{MaxM} = p \quad (17)$$

şeklinde olmaktadır (Cürgül 1997, Yayla 1998).

2.3.1.1.3 Deformasyon Hesabı

İki eksenli gerilme durumunda, HOOKE Kanunu'na göre teğetsel uzama;

$$\varepsilon_t = \frac{1}{E} (\sigma_t - \frac{1}{\nu} \times \sigma_r) \quad (18)$$

ve radyal uzama,

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E} (\sigma_r - \frac{1}{\nu} \times \sigma_t) \quad (19)$$

şeklinde olup, bu formüllerde; ν , malzemenin Poisson Oranı ve E, elastisite modülü olup, aşağıdaki tablodan alınabilir (Çizelge 2 1).

Çizelge 2.1 Bazı Malzemelerin E – Elastisite Modülleri ν – Poisson Sayıları ve α – Isıl Genleşme Katsayıları (Cürgül 1997, Rende 2000)

Malzeme	Poisson Sayısı (ν)	Elastisite Modülü (E) (N/mm ²)	Isıl Genleşme Katsayısı ($\alpha \times 10^{-6} \text{ } 1 / ^\circ\text{C}$)	
			Isıtılarak	Soğutarak
MgAl 18 Zn	0,3	65 000 75 000	23	18
AlMgSi	0,34			
AlCuMg	0,33 ... 0,34			
GG 10 ; GG 15	0,24	70 000 ; 80 000	10	-8
GG 20 ; GG 25	0,24 ... 0,26	105 000 ; 130 000	10	-8
GGG 50	0,28 ... 0,29	>140 000	10	-8
Temper Döküm	0,25	90 000 ; 100 000	10	-8
Karbon Çeliği	0,3 ... 0,31	200 000 ... 235 000	11	-8,5
Ni Çeliği	0,31			
Bronz	0,35		16	-14
Kızıl Döküm	0,35 ... 0,36	80 000 ... 85 000	17	-15
CuZn 40 Pb 3	0,37		18	-16
CuZn 37	0,36		18	-16

Diğer taraftan göbekteki delik büyümesi ΔG ve mildeki çap küçülmesi ΔM ile ifade edildiğine göre, teğetsel uzamalar;

$$\varepsilon_{tG} = \frac{\Delta G}{d} \text{ ve } \varepsilon_{tM} = \frac{\Delta M}{d} \quad (20)$$

olarak yazılmaktadır. Göbekteki şekil değiştirme;

$$\Delta G = \varepsilon_{tG} \times d = \frac{1}{E_G} \times d \times \left(p \times \frac{1+Q_G^2}{1-Q_G^2} + \frac{1}{\nu_G} \times p \right) = -\frac{p \times d}{E_G} \left(\frac{1+Q_G^2}{1-Q_G^2} + \frac{1}{\nu_G} \right) \quad (21)$$

ve mildeki şekil değiştirme, içi boş mil için;

$$\Delta M = -\frac{p \times d}{E_M} \left(\frac{1+Q_M^2}{1-Q_M^2} - \frac{1}{\nu_M} \right) \quad (22)$$

(21) ve (22) numaralı formüllerden, toplam şekil değıştirme (sıkılık değeri);

$$U = \Delta G + \Delta M = p \times d \left[\frac{1}{E_G} \left(\frac{1+Q_G^2}{1-Q_G^2} + \frac{1}{\nu_G} \right) + \frac{1}{E_M} \left(\frac{1+Q_M^2}{1-Q_M^2} - \frac{1}{\nu_M} \right) \right] \quad (23)$$

Olarak ifade edilmektedir. Eđer mil ve göbek aynı malzemeden imal edilmiş ise, $E_M = E_G = E$ ve $\nu_M = \nu_G = \nu$ alınabileceğinden, (23) numaralı denklem;

$$U = \frac{p \times d}{E} \left(\frac{1+Q_G^2}{1-Q_G^2} + \frac{1+Q_M^2}{1-Q_M^2} \right) \quad (24)$$

şeklini almaktadır.

Dolu kesitli mil kullanıldığında $Q_M = 0$ olacağından (mil ve göbeğin aynı malzemeden imal edildiğİ düşünülürse);

$$U = \frac{2 \times p \times d}{E \times (1-Q_G^2)} \quad (25)$$

elde edilmektedir.

Yukarıdaki eşitliklerle hesap edilen sıkılık değeri teoriktir. İşçilik (yüzey) kalitesine bağılı olarak yüzey pürüzleri presleme esnasında kısmen ezilerek, kısmen de makaslanarak düzleşeceğinden, hesap yoluyla bulunan sıkılığın bir kısmı kaybolacaktır. Bu durumda montaj öncesi ölçülen U sıkılığİ, ΔU kadar azalarak gerçek sıkılık;

$$S = U - \Delta U \quad (26)$$

olmaktadır. O halde "p" yüzey basıncını elde etmek için gereken sıkılık değeri;

$$U = \tilde{S} + \Delta U \quad (27)$$

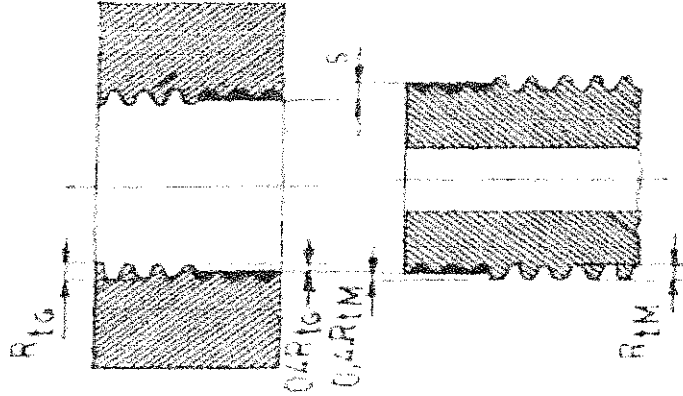
denklemleriyle ifade edilmektedir.

Malzeme yüzeyinin maksimum pürüzlülüğü R_t ile gösterilirse, demonte sonrası bu pürüz yüksekliğinin %40 - %60 oranında ezildiği kabul edilmektedir (Şekil 5) Buna göre mil ve göbek için pürüz yükseklikleri R_{zM} ve R_{zG} ile gösterilirse, pürüzlerin ezilmesi ile kaybolan sıklık;

$$\Delta U = 2[(0,4 - 0,6)R_{zM} + (0,4 - 0,6)R_{zG}] \quad (28)$$

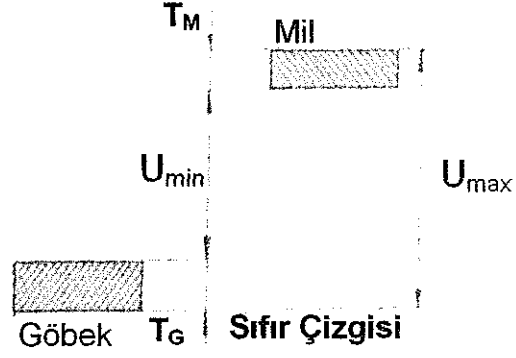
kadar olmaktadır

Pres geçme (sıkı geçme) bağlantılarında gereken sıklık değeri, mile ve deliğe verilecek toleranslarla elde edilmektedir Şekil 2.7'den de görülebileceği gibi ulaşılabilecek sıklık değerleri, imalattan elde edilecek boyutlara göre, bir üst değerle bir alt değer arasında değişebilmektedir.



Şekil 2.7 Pres Geçmelerde Yüzey Pürüzleri ve Ezilme

En büyük mil çapı ile en küçük delik çapı en büyük boyut fazlalığını (en büyük sıklık değerini) meydana getirmektedir. Bu boyut fazlalığının oluşturacağı yüzey basıncı (p), emniyetli yüzey basıncı değerlerinin üzerinde olmamalıdır. Buna karşılık en küçük mil çapı ile en büyük delik çapı en küçük boyut fazlalığını (en küçük sıklık değerini) oluşturacaktır (Şekil 2.8). Bu sıklık değerinin meydana getireceği yüzey basıncı (p) ise, uygulanan momenti emniyetle taşıyabilmelidir (Cürgül 1997).



Şekil 2.8 Pres geçme Toleransında Sıkılık Durumları (Cürgül 1997)

2.3.2 Enine Pres Geçmelerin Hesabı

Pres geçme işlemi ısıtma veya soğutma yöntemi ile yapılıyorsa, geçmenin yapılabilmesi için gerekli sıcaklığın hesabı, ısıl genleşme denklemi uygulanarak bulunmaktadır. Göbeğin ısıtılması halinde;

$$T_G = \frac{U_{Max} + U_0}{\alpha_G \times d} + T_0 \quad (29)$$

sıcaklığı gerekmektedir. Milin soğutulması gerekiyorsa, benzer şekilde;

$$T_M = \frac{U_{Max} + U_0}{\alpha_M \times d} + T_0 \quad (30)$$

eşitliğinden gereken sıcaklık değeri bulunmaktadır. Bu eşitliklerde;

U_{Max} , Maksimum sıkılık,

U_0 , Mil ile göbek arasındaki montaj boşluğu (Genellikle $U_0 = d \times 10^{-3}$ mm olarak alınır),

α_g, α_m , Göbek ve milin ısıl genleşme katsayıları ($1 / ^\circ\text{C}$) (Tablo 1 2),

t_0 , Ortam sıcaklığı'nı,

ifade etmektedir (Cürgül 1997, Rende 2000)

Malzemenin birim sıcaklık farkı sonucu birim boyunun değişmesi ısı genleşme katsayısı olarak tanımlanan bir değer ile verilmekte ve "α" ile ifade edilmektedir. İlk boyu l_0 olan bir çubuğun sıcaklığı başlangıçtaki T_0 sıcaklığından T sıcaklığına çıkarıldığında çubukta oluşan uzama;

$$\Delta l = \alpha \times l_0 \times (T - T_0) \quad (31)$$

bu eşitlikte;

Δl , Meydana gelen uzama (mm, μm)

α , Göbek ve milin ısı genleşme katsayıları ($1 / ^\circ\text{C}$) (Tablo 1.2),

l_0 , Isıtılan örneğin ilk boyu (mm)

T , Son sıcaklık ($^\circ\text{C}$)

T_0 , İlk sıcaklık ($^\circ\text{C}$)

ve sonuç olarak oluşacak olan birim uzama ise;

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{\delta}{l_0} = \frac{\alpha \times l_0 \times (T - T_0)}{l_0} = \alpha \times (T - T_0) \quad (32)$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır. Bu bağıntıda ε , ısı etkisindeki örnekte meydana gelen birim uzamayı ifade etmektedir. Sıcaklığın artması malzemede bir uzamaya ve sonuçta pozitif bir uzamaya, sıcaklığın azalması ise malzemede bir kısalmaya ve sonuçta negatif bir uzamaya neden olmaktadır (Yayla 1998)

2.4 Yüzey Kalitesi ve Yüzey Pürüzlülüğü

2.4.1 Yüzey Kalitesi

Yüzey kalitesi, parçanın yüzeyinde meydana gelen izlerin, hatalar ve dalgalı gibi düzgünlüklerin toplamı olarak ifade edilebilmektedir. Bu düzgünlükler, parçalar arası gerçek temas yüzeyini küçültmekte, aşınmayı hızlandırmakta, sürtünmeyi arttırmakta ve yorulma mukavemetini azaltmaktadır. Bu nedenle parçanın fonksiyonuna göre yüzey kalitesini tayin etmek tasarımın başlıca görevidir. Pratikte yüzey kalitesi, şekil sapmaları, yüzey dalgalı ve yüzey pürüzlülüğünden meydana gelmektedir (Akkurt 2000)

Talaşlı işleme imal edilen parçaların fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için boyut ve boyutsal toleranslara ilaveten yüzey bitirme kalitesinin de tayin edilmesi ve talaşlı işleme bu değerlere ulaşılması gerekmektedir. Geometrik kriterlerin yanı sıra, parça yüzeyleri istenmeyen metalurjik değişimlere uğramamalı, kalıntı gerilmeleri içermemeli ve çatlak gibi hataları ihtiva etmemelidir. Bahsedilen kriterler, özellikle parçaların tahribatlı bir atmosferde yorulma yüklemelerine maruz kalması halinde veya yorulmaların trajik sonuçlara yol açabileceği hallerde daha da önem kazanmaktadır. Uçak endüstrisi gibi kritik kullanım sahalarının genişlemesi ile birlikte yüzey kalitesi daha da önemli hale gelmiştir (Çiğdem 1996)

2.4.2 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Parametreleri

Yüzey pürüzlülüğünün incelenmesinde şu kavramların açıklanmasında yarar bulunmaktadır; Geometrik yüzey, ideal yüzey olarak kabul edilmektedir. Gerçek yüzey ise işlem sonrası meydana gelen ve yüzey düzgünlüklerini içeren yüzey olarak tanımlanmaktadır. Ölçülen yüzey ise ölçme sonucu elde edilen ve kağıt üzerinde temsil edilen yüzey olarak tanımlanmaktadır (Akkurt 2000). Pratikte yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek için R_a , R_z ve R_p kullanılmaktadır. Yüzey pürüzlülüğünü temsil eden çeşitli faktörler arasında bir bağıntı bulunmamaktadır. Bununla beraber istatistiki

verilere dayanarak $R_a \approx 0,2 \dots 0,25$ ve R_{max} ; $R_a \approx (0,27 \dots 0,31) \times R_z$ alınabilir (Akkurt 2000)



Şekil 2.9 Bir Makina Elemanının Yüzey Geometrisi (Ural 1995)

2.4.2.1 R_a Parametresi

R_a , pürüz alanlarının ortalamasını ifade etmektedir. Ölçüm yapılan mesafedeki (L), tepe ve çukurların oluşturduğu alanların integralinin alınmasıyla hesaplanır. (Şekil 2.9.1)

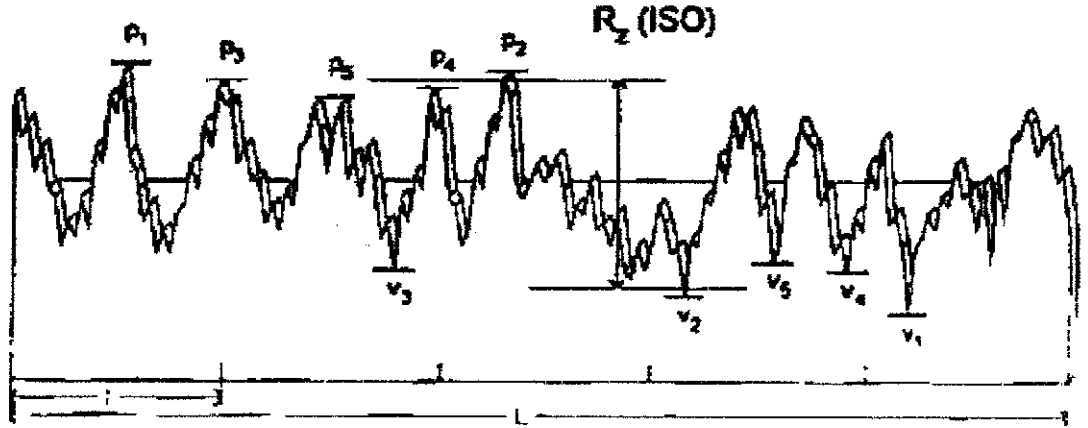
$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |r(x)| dx \quad (33)$$



Şekil 2.9.1 R_a Parametresinin Şematik Gösterimi

2.4.2.2 R_z (ISO) Parametresi

R_z , ölçüm mesafesi (L) üzerindeki en yüksek tepe ile en derin çukurun ölçüm mesafesi olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.9.2)

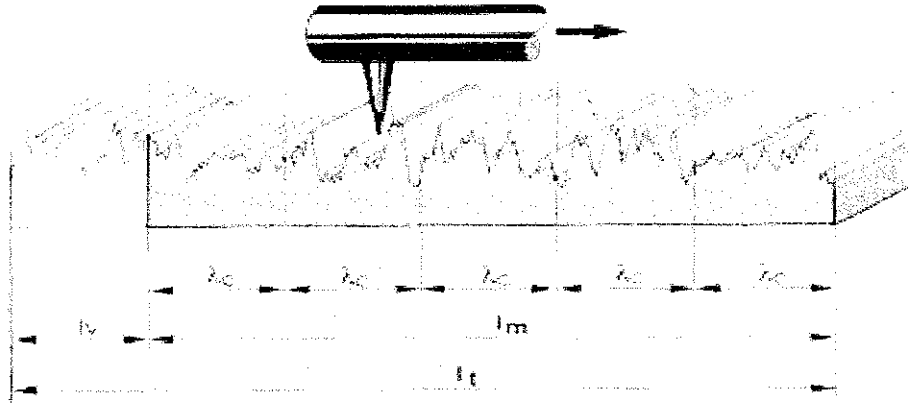


Şekil 2.9.2 Rz Parametresinin Şematik Gösterimi

2.4.2.3 R_{max} (R_y) Parametresi

Maksimum tepe yüksekliğinden en derin çukura olan mesafeyi ifade eden bir parametredir

2.4.2.4 λ_c , Sınır Dalga Boyu (Cut off) Parametresi



Şekil 2.9.3 Sınır Dalga Boyu Parametresinin Şematik Gösterimi

Sınır dalga boyu olarak da tanımlanan λ_c , cihazın iğnesinin kaç milimetre ilerledikten sonra bir ölçüm yapacağını belirten bir parametredir (Şekil 2.9.3).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Deneysel çalışmalarda kullanılan numuneler, mekanik özellikleri çizelge 3.1’de gösterilen, 304 çeliğidir.

Çizelge 3.1 Deney Numunelerinin Özellikleri (Bargel ve Schulze 1995, Anonim III)

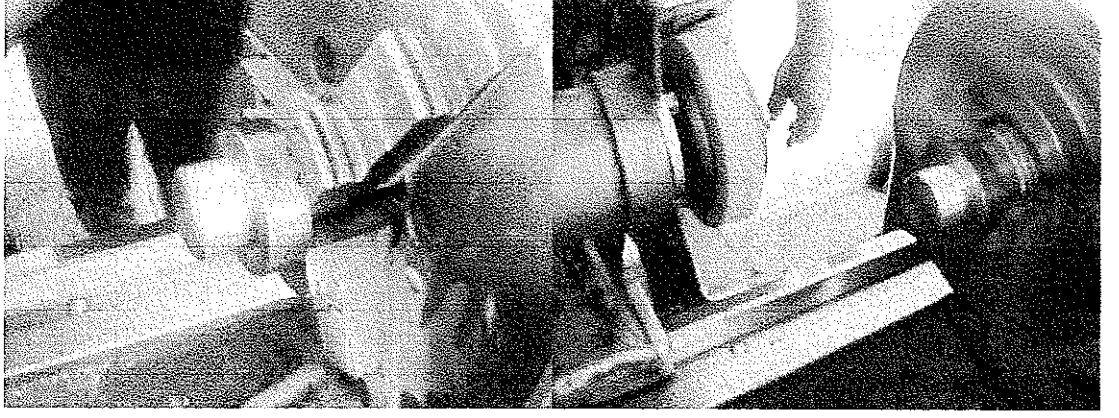
Numune	Deney Sıc (°C)	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Akma Sınırı (N/mm ²) En az	Kopma Uzaması (%)		Çentik Vurma Dayanımı (J) En az
				Boylamasına	Enlemesine	
304	30 °C	900...1200	650	60.....2	-	
Al	30 °C	40.....180	-	50.....4	-	
Pirinç (CuZn28)	30 °C	300...350	-	60	-	

3.1.1 Numunelerin Hazırlanması

Konstrüksiyon gereklerine göre ölçülendirilip teknik resimleri çizilen deney numuneleri (Şekil 2 2), 304 çeliğinden seçilmiş ve üniversal torna tezgahında, öncelikle kaba talaş kaldırma suretiyle istenen çapa yaklaşılmıştır. Bu işlemi takiben tezgaha mil yüzeylerini istenen tolerans değerlerine getirmek ve yüzeyi daha ince işleyebilmek için taşlama aparatı bağlanmış, mil, torna aynasına bağlı olarak düşük devirde dönerken, taşlama aparatı, yüksek devirde dönerek hassas taşlama ile mil yüzeyini işlemiştir. (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5)

Göbeklerin işlenmesi millere nazaran daha zor olmakla birlikte, motor silindirik göbeklerini 0.01 hassaslıkta işleyen göbek tornasına bağlanan göbekler istenen tolerans değerlerinde ve yüzey kalitesinde hassas olarak imal edilmiştir. 5 adet numune Ø25

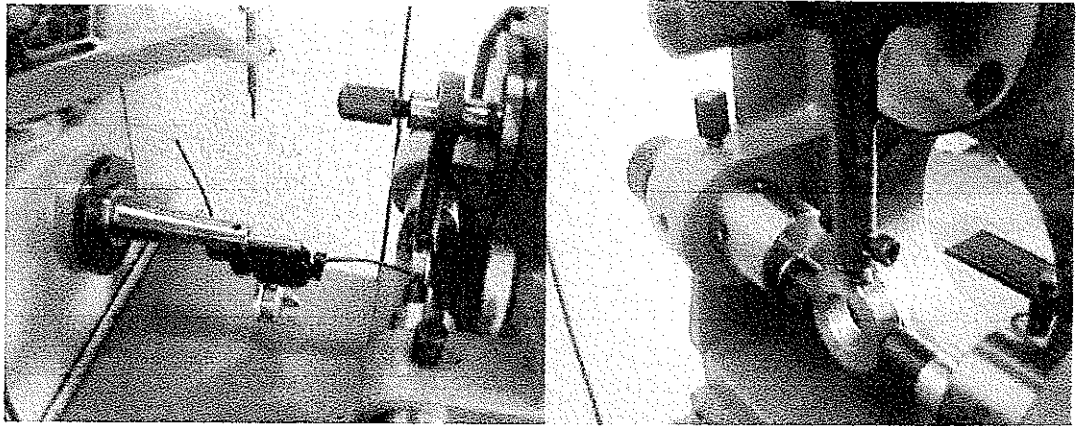
H7s6 toleransında 304 çeliğinden, 3 adet numune $\text{Ø}30$ H7u6 toleransında 304 ve 5 adet numune de $\text{Ø}30$ H7u6 toleransında 304 çeliğinden imal edilmiştir



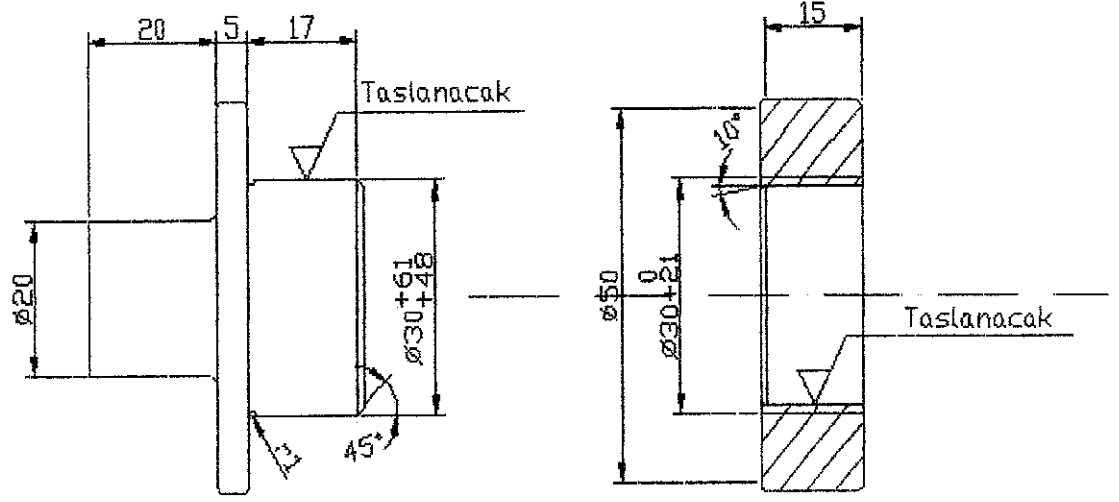
Şekil 3.1 Numunelerin Hazırlanma Süreçleri, Torna İle Talaş Kaldırma, Mil Taşlama



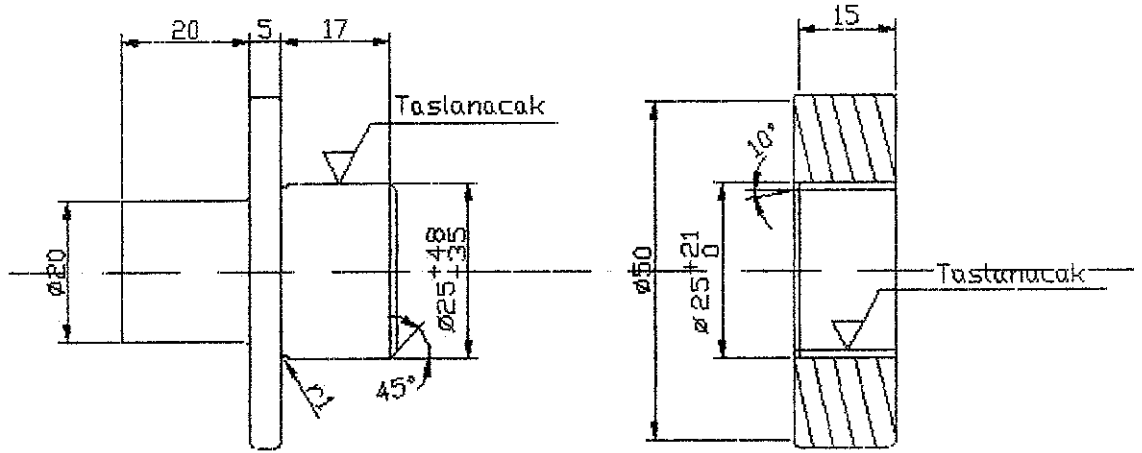
Şekil 3.2 Millerin Yüzeylerinin Taşlanması, Mikrometre İle Ölçüm



Şekil 3.3 Göbek Tornasıyla Göbeklerin 0,01 Hassaslıkta İşlenmesi



Şekil 3.4 Deney Numuneleri Teknik Resimleri ve Toleransları (H7u6)



Şekil 3.5 Deney Numuneleri Teknik Resimleri ve Toleransları (H7s6)

Numuneler, H7u6 ve H7s6 toleranslarında imal edilmiştir. Numunelerin çapları ve tolerans alt ve üst değerleri, birim delik sistemine göre Çizelge 3.2’ de gösterilmiştir. Numunelere deney başlangıcında herhangi bir ısıl işlem uygulanmamış olup deney esnasında ortam sıcaklığı 30 °C olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.2 Numunelerin Toleransları (ISO Sistemine Göre)

Numune	Göbek Çapı ve Tolerans Değeri	Mil Çapı ve Tolerans Değeri
H7u6	30^{+21}_{+0}	30^{+61}_{+48}
H7s6	25^{+21}_{+0}	25^{+48}_{+35}

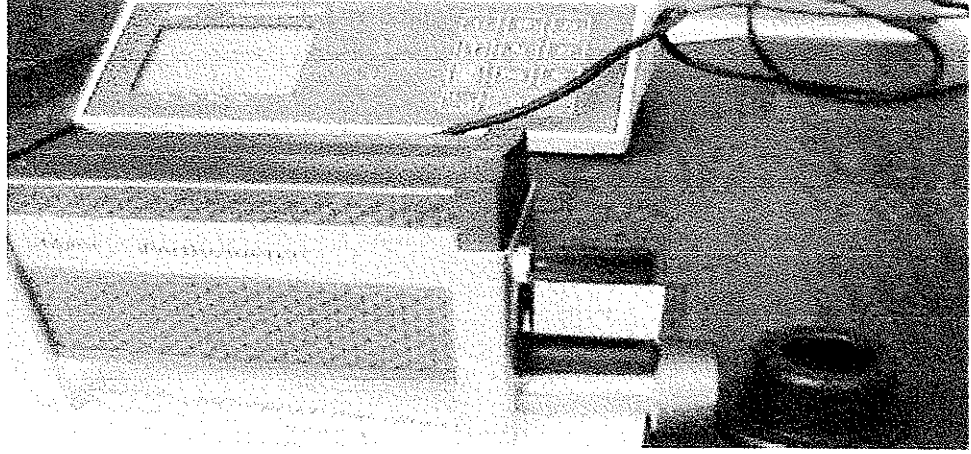
3.2 Metot

3.2.1 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı

Yüzey pürüzlülüğü ölçüm deneylerinde, MAHR Firmasının üretmiş olduğu “Perthometer M2 V 3 03-00” cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.7, Şekil 3.8). Cihazın maksimum ölçüm sınırı 150 µm’dir. Cihaz iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm, ölçümü yapan iğnenin bağlı bulunduğu hareketli kafa kısmı, ikinci bölüm ise verilerin çıktıya dönüştüğü bilgisayar kısmıdır.



Şekil 3.6 Perthometer M2 V 3 03-00 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı



Şekil 3.7 Cihazla Numunelerin Yüzey Pürüzlerinin Tespiti

3.2.2 Cihaz Parametreleri

Cihazın ölçüm mesafesi seçilen standarda göre değişmekte olup ISO veya JIS standardında ölçüm uzunluğu (L_t), 1.750 mm, 5.600 mm, 17.50 mm olarak ölçüm hassasiyetine göre değişmektedir. L_t şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$L_t = \lambda_c \times n \quad (33)$$

Bu eşilikte;

L_t : Ölçüm mesafesini,

λ_c : Sınır dalga boyunu (cut off) (Cihazın iğnesinin kaç milimetre ilerledikten sonra bir ölçüm yapacağını belirtir. Örneğin, n sayısı kadar her 0.800 mm'de bir ölçüm gibi),

n : Ölçüm sayısını,

ifade etmektedir .

Ölçüm sayısı "n", 5 altında seçilemez. Cihazda kullanılan parametreler, tanımları ve hangi standart için kullanıldığı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Çizelge 3.3)

Çizelge 3.3 Cihaz Parametreleri ve Standartlar (Mahr 04/99, TS 971/Aralık 1998)

Parametre	Tanımı	Standart
R_a	Pürüzlülük profil sapmalarının aritmetik ortalaması	DIN EN ISO 4287 : 1998, ISO 4287 : 1997, JIS B 0601 : 1994
R_q	Pürüzlülük profilinin RMS sapması	DIN EN ISO 4287 : 1998, ISO 4287 : 1997, JIS B 0601 : 1994
R_z	Ortalama tepe – çukur yüksekliği	DIN EN ISO 4287 : 1998, ISO 4287 : 1997, JIS B 0601 : 1994
R_{max}	Maksimum pürüz derinliği	DIN 4768 : 1990
$R_{p(y)}$	Maksimum tepe profili yüksekliği	DIN EN ISO 4287 : 1998, ISO 4287 : 1997
R_{pk}	Azaltılmış tepe yüksekliği	DIN EN ISO : 13565-2 : 1997
R_k	Merkezdeki pürüz derinliği	DIN EN ISO : 13565-2 : 1997
R_{vk}	Azaltılmış çukur derinliği	DIN EN ISO : 13565-2 : 1997
M_{r1}	Malzeme oranı 1 (%) Malzeme oranı (% olarak), yüzeyde aşırı veya beklenmedik şekilde belirmiş olan tepeleri merkez pürüzlülük profilinden ayıran hat	DIN EN ISO : 13565-2 : 1997
M_{r2}	Malzeme oranı 2 (%). Çok derin ve aşırı olan çukurları merkez pürüzlülük profilinden ayıran hat (% olarak)	DIN EN ISO : 13565-2 : 1997
R_t	Pürüz derinliği	DIN EN ISO 4287 : 1998, ISO 4287 : 1997
P_c	1 cm'deki tepe sayısı	SEP 1940 : 1992, ANSI/ASME B46.1 : 1985
S_m	Profil düzensizliklerinin ortalama aralığı	DIN EN ISO 4287 : 1998, ISO 4287 : 1997, JIS B 0601 : 1994
R	Pürüz motiflerinin ortalama derinliği	ISO 12085 : 1996

Deneyler, 5 600 mm ölçüm aralığında $n = 7$, $\lambda_c = 0.800$ alınarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Deney Numunelerinin İmalat Sonrası Net Ölçümleri

İmal edilen numunelerde deneye başlanmadan önce yapılan ölçümler ve bu ölçümler neticesinde hesaplanan max sıklık değerleri aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir(Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6)

Çizelge 4.1 Ø30H7u6 Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max Sıklık Değerleri

Numune No.	Mil Net Toleransı	Göbek Net Toleransı	U_{max}
Ø30H7u6 1 no lu numune	50 μm	7 μm	43 μm
Ø30H7u6 2 no lu numune	52 μm	12 μm	40 μm
Ø30H7u6 3 no lu numune	56 μm	4 μm	52 μm

Çizelge 4.2 Ø25H7s6 Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max. Sıklık Değerleri

Numune No.	Mil Net Toleransı	Göbek Net Toleransı	U_{max}
Ø25H7s6 1 no lu numune	43 μm	17 μm	26 μm
Ø25H7s6 2 no lu numune	42 μm	10 μm	32 μm
Ø25H7s6 3 no lu numune	46 μm	6 μm	40 μm
Ø25H7s6 4 no lu numune	48 μm	15 μm	33 μm
Ø25H7s6 5 no lu numune	45 μm	9 μm	36 μm

Çizelge 4.3 Ø30H7u6 Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max Sıklık Değerleri.

Numune No.	Mil Net Toleransı	Göbek Net Toleransı	U_{max}
Ø30H7u6 1 no lu numune	57 μm	12 μm	45 μm
Ø30H7u6 2 no lu numune	50 μm	15 μm	35 μm
Ø30H7u6 3 no lu numune	59 μm	7 μm	52 μm
Ø30H7u6 4 no lu numune	55 μm	10 μm	45 μm
Ø30H7u6 5 no lu numune	53 μm	5 μm	48 μm

Çizelge 4.4 Ø30H7u6 Al. Göbek – 304 Çeliği Mil, Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max. Sıklık Değerleri

Numune No.	Mil Net Toleransı	Göbek Net Toleransı	U_{max}
Ø30H7u6 1 no lu numune	53 µm	7 µm	46 µm
Ø30H7u6 2 no.lu numune	55 µm	14 µm	41 µm
Ø30H7u6 3 no lu numune	58 µm	7 µm	51 µm

Çizelge 4.5 Ø30H7u6 Pirinç Göbek – 304 Çeliği Mil, Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max. Sıklık Değerleri

Numune No.	Mil Net Toleransı	Göbek Net Toleransı	U_{max}
Ø30H7u6 1 no lu numune	50 µm	18 µm	32 µm
Ø30H7u6 2 no.lu numune	59 µm	11 µm	48 µm
Ø30H7u6 3 no lu numune	51 µm	7 µm	44 µm

Çizelge 4.6 Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen (Göbek Dış Çapı Ø70), Numunelerin Montaj Öncesi Net Toleransları ve Max. Sıklık Değerleri

Numune No.	Mil Net Toleransı	Göbek Net Toleransı	U_{max}
Ø30H7u6 1 no lu numune	53 µm	11 µm	42 µm
Ø30H7u6 2 no.lu numune	57 µm	16 µm	41 µm
Ø30H7u6 3 no lu numune	57 µm	20 µm	37 µm

4.2 Deney Öncesi Geçme Sıcaklığının Tespiti

Deneye başlamadan önce göbeklerin (deliklerin), hangi sıcaklıklarda genişleyeceğinin tespitinde, 2.3 2'deki (29) numaralı formül kullanılmış ve ısıl genişleme katsayıları çizelge 2 1'den alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Deney ortam sıcaklığı 30°C olarak ölçülmüştür

Buna göre;

4.2.1 304 Çeliğinden İmal Edilen ve Çizelge 4.1'de Net Toleransları Verilen Ø30 H7u6 Numunelerin Geçme Sıcaklıkları;

a) 1 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G1} = \frac{(43 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 251,21^{\circ}\text{C}$$

b) 2 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G2} = \frac{(40 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 242,12^{\circ}\text{C}$$

c) 3 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G3} = \frac{(52 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 278,48^{\circ}\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır.

4.2.2 304 Çeliğinden İmal Edilen ve Çizelge 4.2'de Net Toleransları Verilen Ø25 H7s6 Numunelerin Geçme Sıcaklıkları;

a) 1 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G1} = \frac{(26 \times 10^{-3} + 25 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 25)} + 30 = 185,45^{\circ}\text{C}$$

b) 2 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G2} = \frac{(32 \times 10^{-3} + 25 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 25)} + 30 = 237,27^{\circ}C$$

c) 3 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G3} = \frac{(40 \times 10^{-3} + 25 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 25)} + 30 = 266,36^{\circ}C$$

d) 4 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G4} = \frac{(33 \times 10^{-3} + 25 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 25)} + 30 = 241^{\circ}C$$

e) 5 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G5} = \frac{(36 \times 10^{-3} + 25 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 25)} + 30 = 251,81^{\circ}C$$

olarak hesaplanmıştır

4.2.3 304 Çeliğinden İmal Edilen ve Çizelge 4.3'de Net Toleransları Verilen Ø30 H7u6 Numunelerin Geçme Sıcaklıkları;

a) 1 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G1} = \frac{(45 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 257,3^{\circ}C$$

b) 2 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G2} = \frac{(35 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 226,96^{\circ}C$$

c) 3 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G3} = \frac{(52 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 278,48^{\circ}\text{C}$$

d) 4 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G4} = \frac{(45 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 257,3^{\circ}\text{C}$$

e) 5 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G5} = \frac{(48 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 266,36^{\circ}\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır

4.2.4 Al Göbek ve 304 Çeliğinden İmal Edilen ve Çizelge 4.4'de Net Toleransları Verilen Ø30 H7u6 Numunelerin Geçme Sıcaklıkları;

a) 1 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G1} = \frac{(46 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(23 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 140,14^{\circ}\text{C}$$

b) 2 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G2} = \frac{(41 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(23 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 132,89^{\circ}\text{C}$$

c) 3 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G3} = \frac{(51 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(23 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 147,39^{\circ}\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır.

4.2.5 Pirinç Göbek ve 304 Çeliğinden İmal Edilen ve Çizelge 4 5'de Net Toleransları Verilen Ø30 H7u6 Numunelerin Geçme Sıcaklıkları;

d) 1 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G1} = \frac{(32 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(18 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 144,81^{\circ}\text{C}$$

e) 2 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G2} = \frac{(48 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(18 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 174,44^{\circ}\text{C}$$

f) 3 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G3} = \frac{(44 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(18 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 167,03^{\circ}\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır

4.2.6 304 Çeliğinden, Göbek Dış Çapı Ø70 Seçilerek İmal Edilen ve Çizelge 4.6'da Net Toleransları Verilen Ø30 H7u6 Numunelerin Geçme Sıcaklıkları;

g) 1 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G1} = \frac{(42 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 248,18^{\circ}\text{C}$$

h) 2 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G2} = \frac{(41 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 245,15^{\circ}\text{C}$$

i) 3 numaralı numune, göbeğin ısıtılması gereken sıcaklık değeri;

$$t_{G3} = \frac{(37 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-3})}{(11 \times 10^{-6} \times 30)} + 30 = 233,03^{\circ}\text{C}$$

olarak hesaplanmıştır

Çizelge 4.7 Göbeklerin Genleşme Sıcaklıkları

Ø30H7u6 Numuneler	Genleşme Sıcaklığı
Ø30H7u6, 1 numaralı numune	251,21 °C
Ø30H7u6, 2 numaralı numune	242,12 °C
Ø30H7u6, 3 numaralı numune	278,48 °C
Ø25H7s6 Numuneler	Genleşme Sıcaklığı
Ø25H7s6, 1 numaralı numune	251,81 °C
Ø25H7s6, 2 numaralı numune	237,27 °C
Ø25H7s6, 3 numaralı numune	266,36 °C
Ø25H7s6, 4 numaralı numune	241 °C
Ø25H7s6, 5 numaralı numune	251,81 °C

Çizelge 4.7 Göbeklerin Genleşme Sıcaklıkları (devamı)	
Ø30H7u6 Numuneler	Genleşme Sıcaklığı
Ø30H7u6, 1 numaralı numune	257,3 °C
Ø30H7u6, 2 numaralı numune	226,96 °C
Ø30H7u6, 3 numaralı numune	278,48 °C
Ø30H7u6, 4 numaralı numune	257,3 °C
Ø30H7u6, 5 numaralı numune	266,36 °C
Ø30H7u6 Al. Numuneler	Genleşme Sıcaklığı
Ø30H7u6, 1 numaralı numune	140,14 °C
Ø30H7u6, 2 numaralı numune	132,89 °C
Ø30H7u6, 3 numaralı numune	147,39 °C
Ø30H7u6 Pirinç Numuneler	Genleşme Sıcaklığı
Ø30H7u6, 1 numaralı numune	144,81 °C
Ø30H7u6, 2 numaralı numune	174,44 °C
Ø30H7u6, 3 numaralı numune	167,03 °C
Ø30H7u6 304 Numuneler (Göbek dış çapı Ø70)	Genleşme Sıcaklığı
Ø30H7u6, 1 numaralı numune	248,18 °C
Ø30H7u6, 2 numaralı numune	245,15 °C
Ø30H7u6, 3 numaralı numune	233,03 °C

Geçmelerin sağlanabilmesi için göbeklerin ısıtılması gereken sıcaklık değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4 7). İmal edilen numunelerin yüzeyleri, montaj yapılmadan önce “Perthometer M2 V3 03-00” yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazında, numune üzerindeki rasgele üç noktadan ölçülmüş olup, montaj öncesi ve demonte sonrası yüzey pürüzlülük kayıp değerleri bu üç ölçüm sonucunun ortalaması alınarak hesaplanmıştır ve sonuçlar, özetle çizelgelerde belirtilmiştir.

4.3 Yüzey Pürüzlerinin Montaj Öncesi ve Demonte Sonrası Tespiti

Montaj öncesi yapılan ölçümler, numuneler üzerinde rastgele üç nokta ölçülerek ve yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Çizelge 4.8, Çizelge 4 11 ve Çizelge 4 14’de gösterilmiştir.

4.3.1 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Numunelerin Montaj Öncesi Ölçümleri

a) 1 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,693 \mu\text{m}$	$Rz_1=3,97 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,687 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,66 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,647 \mu\text{m}$	$Rz_3=3,31 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,675 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=3,65 \mu\text{m}$

b) 1 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,277 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,86 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,398 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,28 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,249 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,57 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,308 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,903 \mu\text{m}$

c) 2 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,547 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,68 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,546 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,70 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,543 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,72 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,545 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,70 \mu\text{m}$

d) 2 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,510 \mu\text{m}$	$Rz_1=3,18 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,535 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,37 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,540 \mu\text{m}$	$Rz_3=3,43 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,528 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=3,33 \mu\text{m}$

e) 3 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,305 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,57 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,367 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,81 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,315 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,38 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,329 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,59 \mu\text{m}$

f) 3 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,791 \mu\text{m}$	$Rz_1=3,55 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,818 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,94 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,835 \mu\text{m}$	$Rz_3=4,02 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,815 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=3,84 \mu\text{m}$

4.3.2 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Numunelerin Demonte Sonrası Ölçümleri

a) 1 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,464 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,95 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,490 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,94 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,348 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,89 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,434 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,93 \mu\text{m}$

b) 1 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,224 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,85 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,238 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,99 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,224 \mu\text{m}$	$Rz_3=1,84 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,229 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,89 \mu\text{m}$

c) 2 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,247 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,13 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,241 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,07 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,293 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,37 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,260 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,09 \mu\text{m}$

d) 2 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,285 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,31 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,292 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,39 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,301 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,49 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,299 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,39 \mu\text{m}$

e) 3 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,345 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,12 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,314 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,01 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,311 \mu\text{m}$	$Rz_3=1,96 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,323 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,03 \mu\text{m}$

f) 3 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,441 \mu\text{m} \quad RZ_1=2,44 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,583 \mu\text{m} \quad RZ_2=2,96 \mu\text{m}$$

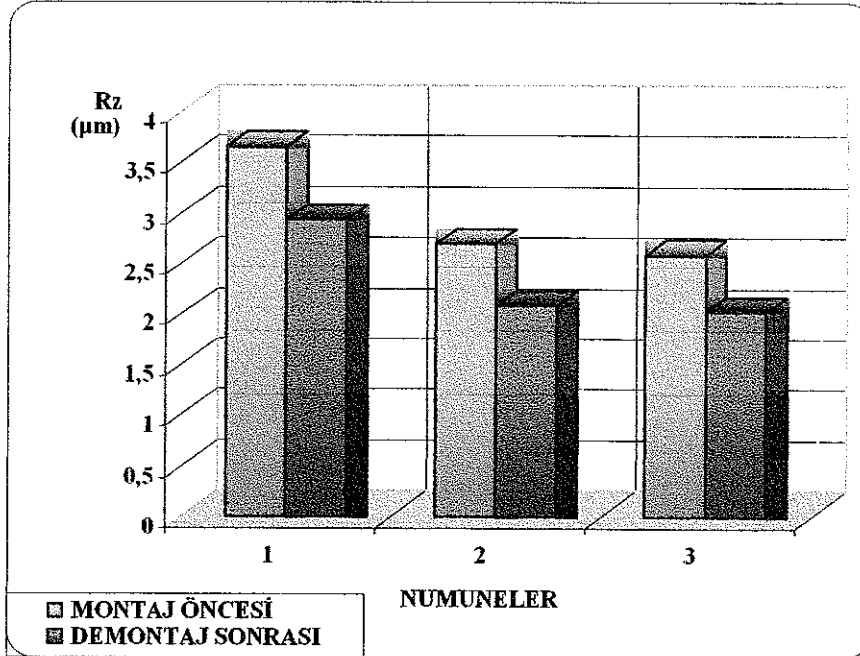
$$Ra_3=0,553 \mu\text{m} \quad RZ_3=2,86 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,526 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=2,75 \mu\text{m}$$

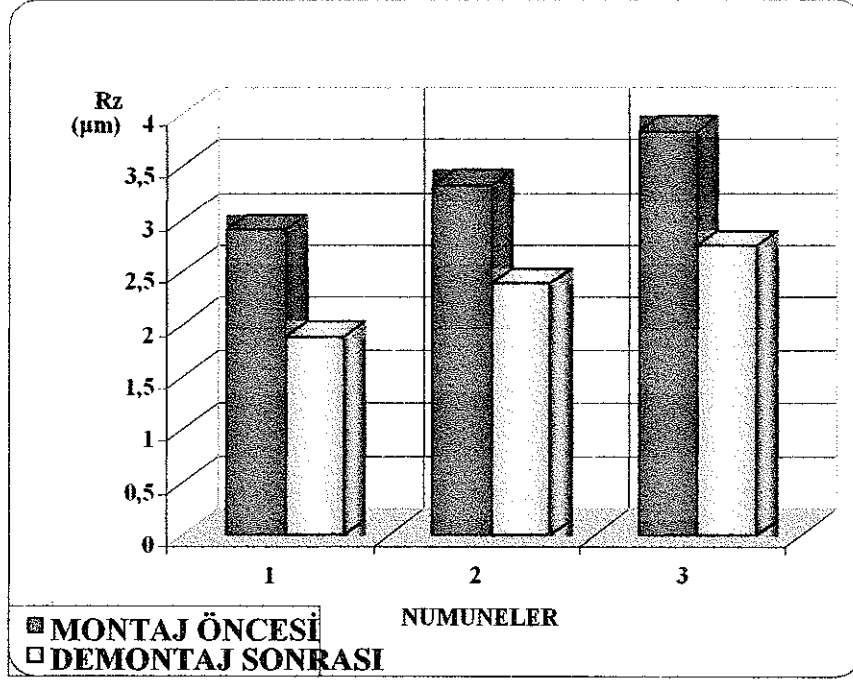
Çizelge 4.8 Ø30H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları:

	MONTAJ ÖNCESİ				DEMONTE SONRASI				ΔR_z (%)	
	Ra (μm)		Rz (μm)		Ra (μm)		Rz (μm)			
	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK
1	0,675	0,308	3,65	2,903	0,434	0,229	2,93	1,89	%20	%35
2	0,545	0,528	2,7	3,33	0,26	0,299	2,09	2,39	%23	%28
3	0,329	0,815	2,59	3,84	0,323	0,526	2,03	2,75	%22	%28

Çizelge 4.9 Ø30H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Millerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları



Çizelge 4.10 Ø30H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Göbeklerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları



4.3.2.1 Ø30 H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Teorik ve Deneysel Bulunan Δu Değerlerinin Karşılaştırılması;

$$\Delta u_{I1} = 1,2 \times (3,65 + 2,903) = 7,86 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I2} = 1,2 \times (2,70 + 3,33) = 7,24 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I3} = 1,2 \times (2,59 + 3,84) = 7,72 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{z\text{Göbek1}} = 2,903 - 1,89 = 1,013 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{z\text{Göbek2}} = 3,33 - 2,39 = 0,94 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{z\text{Göbek3}} = 3,84 - 2,75 = 1,09 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{z\text{Mil1}} = 3,65 - 2,93 = 0,72 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{z\text{Mil2}} = 2,70 - 2,09 = 0,61 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{z\text{Mil3}} = 2,59 - 2,03 = 0,56 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{p1} = 1,013 + 0,72 = 1,73 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{p2} = 0,94 + 0,61 = 1,55 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{p3} = 1,09 + 0,56 = 1,65 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{p1} / \Delta u_{T1} = (7,86 - 1,73) / 7,86 = \%78$$

$$\Delta u_{p2} / \Delta u_{T2} = (7,24 - 1,55) / 7,24 = \%79$$

$$\Delta u_{p3} / \Delta u_{T3} = (7,72 - 1,65) / 7,72 = \%79$$

4.3.3 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø25 H7s6 Toleransındaki Numunelerin Montaj Öncesi Ölçümleri

a) 1 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=2,855 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=12,1 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=2,728 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=11,6 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=2,659 \mu\text{m}$$

$$Rz_3=11,7 \mu\text{m}$$

$$Ra_{ort}=2,747 \mu\text{m}$$

$$Rz_{ort}=11,8 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,308 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=2,76 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,243 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=2,43 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,438 \mu\text{m}$$

$$Rz_3=3,11 \mu\text{m}$$

$$Ra_{ort}=0,329 \mu\text{m}$$

$$Rz_{ort}=2,76 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,609 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=8,17 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,429 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=7,28 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,422 \mu\text{m}$$

$$Rz_3=7,37 \mu\text{m}$$

$$Ra_{ort}=1,486 \mu\text{m}$$

$$Rz_{ort}=7,61 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,338 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,17 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,314 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,13 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,330 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,20 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,327 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,17 \mu\text{m}$

e) 3 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,395 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,08 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,402 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,27 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,445 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,34 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,414 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2,23 \mu\text{m}$

f) 3 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,462 \mu\text{m}$	$Rz_1=3,30 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,450 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,27 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,486 \mu\text{m}$	$Rz_3=3,52 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,465 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=3,36 \mu\text{m}$

g) 4 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,167 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,70 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,206 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,83 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,325 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,38 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,233 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,97 \mu\text{m}$

h) 4 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,435 \mu\text{m}$	$Rz_1=2.62 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,411 \mu\text{m}$	$Rz_2=2.40 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,406 \mu\text{m}$	$Rz_3=2.25 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,417 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2.52 \mu\text{m}$

i) 5 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,678 \mu\text{m}$	$Rz_1=3.97 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,648 \mu\text{m}$	$Rz_2=3.84 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,673 \mu\text{m}$	$Rz_3=3.72 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,633 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=3.84 \mu\text{m}$

j) 5 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,364 \mu\text{m}$	$Rz_1=2.26 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,376 \mu\text{m}$	$Rz_2=2.43 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,341 \mu\text{m}$	$Rz_3=2.74 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,360 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2.48 \mu\text{m}$

4.3.4 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø25 H7s6 Toleransındaki Numunelerin Demonte Sonrası Ölçümleri

a) 1 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=1,789 \mu\text{m}$	$Rz_1=9,04 \mu\text{m}$
$Ra_2=1,683 \mu\text{m}$	$Rz_2=8,99 \mu\text{m}$
$Ra_3=1,713 \mu\text{m}$	$Rz_3=9,38 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=1,728 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=9,14 \mu\text{m}$

b) 1 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,313 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,89 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,263 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,68 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,408 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,33 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,328 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,97 \mu\text{m}$

c) 2 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=1,125 \mu\text{m}$	$Rz_1=5,73 \mu\text{m}$
$Ra_2=1,242 \mu\text{m}$	$Rz_2=6,30 \mu\text{m}$
$Ra_3=1,278 \mu\text{m}$	$Rz_3=6,21 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=1,215 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=6,08 \mu\text{m}$

d) 2 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,271 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,68 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,252 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,54 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,232 \mu\text{m}$	$Rz_3=1,51 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,252 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,58 \mu\text{m}$

e) 3 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,320 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,63 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,322 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,68 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,331 \mu\text{m}$	$Rz_3=1,62 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,324 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,64 \mu\text{m}$

f) 3 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,249 \mu\text{m}$	$Rz_1=2.44 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,222 \mu\text{m}$	$Rz_2=2.38 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,260 \mu\text{m}$	$Rz_3=2.27 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,243 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2.36 \mu\text{m}$

g) 4 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0.149 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,61 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,147 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,59 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,140 \mu\text{m}$	$Rz_3=1,28 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,145 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,49 \mu\text{m}$

h) 4 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,314 \mu\text{m}$	$Rz_1=1.73 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,330 \mu\text{m}$	$Rz_2=1.86 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,333 \mu\text{m}$	$Rz_3=1.73 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,326 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1.77 \mu\text{m}$

i) 5 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0.491 \mu\text{m}$	$Rz_1=3.05 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,508 \mu\text{m}$	$Rz_2=3.17 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,492 \mu\text{m}$	$Rz_3=2.71 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,497 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=2.9 \mu\text{m}$

j) 5 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,263 \mu\text{m}$ $Rz_1=1.78 \mu\text{m}$

$Ra_2=0,258 \mu\text{m}$ $Rz_2=1.93 \mu\text{m}$

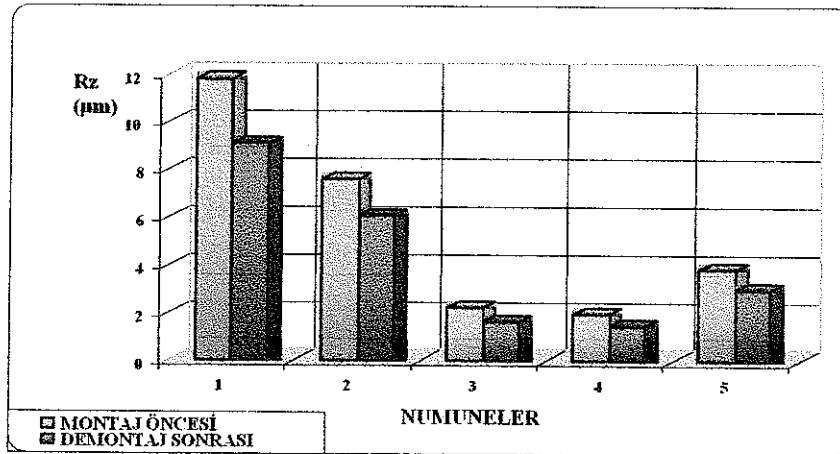
$Ra_3=0,284 \mu\text{m}$ $Rz_3=1.77 \mu\text{m}$

$Ra_{\text{ort}}=0,268 \mu\text{m}$ $Rz_{\text{ort}}=1.83 \mu\text{m}$

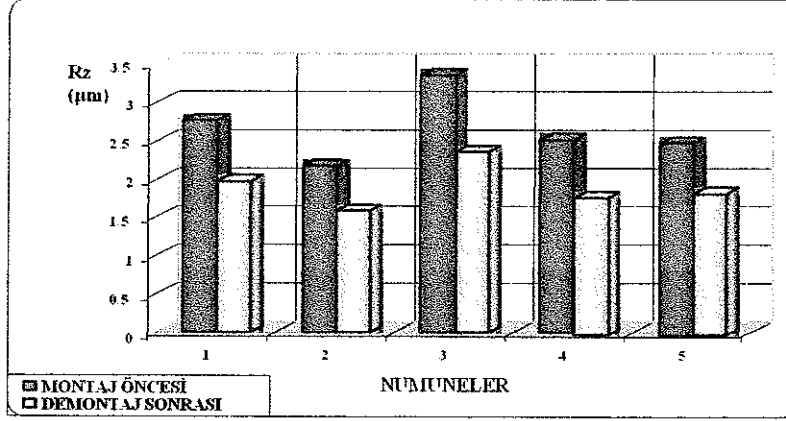
Çizelge 4.11 Ø25h7s6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları:

	MONTAJ ÖNCESİ				DEMONTE SONRASI				ΔR_z (%)	
	Ra (μm)		Rz (μm)		Ra (μm)		Rz (μm)			
	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK
1	2,747	0,329	11,8	2,76	1,728	0,328	9,14	1,97	%23	%29
2	1,486	0,327	7,61	2,17	1,215	0,252	6,08	1,58	%20	%27
3	0,414	0,465	2,23	3,36	0,324	0,243	1,64	2,36	%26	%30
4	0,233	0,417	1,97	2,52	0,145	0,326	1,49	1,77	%24	%30
5	0,633	0,36	3,84	2,48	0,497	0,268	2,98	1,83	%22	%26

Çizelge 4.12 Ø25H7s6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Millerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları



Çizelge 4.13 Ø25H7s6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Göbeklerde Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları



4.3.4.1 Ø25 H7s6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Teorik ve Deney Sonucu Bulunan Δu Değerlerinin Karşılaştırılması;

$$\Delta u_{I1} = 1,2 \times (11,8 + 2,76) = 17,47 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I2} = 1,2 \times (7,61 + 2,17) = 11,74 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I3} = 1,2 \times (2,23 + 3,36) = 6,71 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I4} = 1,2 \times (1,97 + 2,52) = 5,39 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I5} = 1,2 \times (3,84 + 2,48) = 7,58 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG1} = 11,8 - 9,14 = 2,66 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG2} = 7,61 - 6,08 = 1,53 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG3} = 2,23 - 1,64 = 0,59 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG4} = 1,97 - 1,49 = 0,48 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG5} = 3,84 - 2,98 = 0,86 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM1} = 2,76 - 1,97 = 0,79 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM2} = 2,17 - 1,58 = 0,59 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM3} = 3,36 - 2,36 = 1,00 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM4} = 2,52 - 1,77 = 0,75 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM5} = 2,48 - 1,83 = 0,65 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} = 2,66 + 0,79 = 3,45 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P2} = 1,53 + 0,59 = 2,12 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P3} = 0,59 + 1,00 = 1,59 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P4} = 0,48 + 0,75 = 1,23 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P5} = 0,86 + 0,65 = 1,51 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} / \Delta u_{I1} = (17,47 - 3,45) / 17,47 = \% 80$$

$$\Delta u_{P2} / \Delta u_{I2} = (11,74 - 2,12) / 11,74 = \% 82$$

$$\Delta u_{P3} / \Delta u_{I3} = (6,71 - 1,59) / 6,71 = \% 76$$

$$\Delta u_{P4} / \Delta u_{I4} = (5,39 - 1,23) / 5,39 = \% 77$$

$$\Delta u_{P5} / \Delta u_{I5} = (7,58 - 1,51) / 7,58 = \% 80$$

4.3.5 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Toleransındaki Numunelerin Montaj Öncesi Ölçümleri

a) 1 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,322 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=2,48 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,463 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=2,98 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,424 \mu\text{m}$$

$$Rz_3=3,04 \mu\text{m}$$

$$Ra_{ort}=0,403 \mu\text{m}$$

$$Rz_{ort}=2,83 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=2,732 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=10,10 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=2,851 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=10,30 \mu\text{m}$$

$$Ra_{ort}=2,792 \mu\text{m}$$

$$Rz_{ort}=10,20 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=1,359 \mu\text{m}$	$Rz_1=4,96 \mu\text{m}$
$Ra_2=1,414 \mu\text{m}$	$Rz_2=5,26 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=1,387 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=5,11 \mu\text{m}$

d) 2 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=1,554 \mu\text{m}$	$Rz_1=6,73 \mu\text{m}$
$Ra_2=1,403 \mu\text{m}$	$Rz_2=6,02 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=1,479 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=6,38 \mu\text{m}$

e) 3 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=0,681 \mu\text{m}$	$Rz_1=3,51 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,609 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,21 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,645 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=3,36 \mu\text{m}$

f) 3 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=2,436 \mu\text{m}$	$Rz_1=9,77 \mu\text{m}$
$Ra_2=2,336 \mu\text{m}$	$Rz_2=9,41 \mu\text{m}$
$Ra_3=2,523 \mu\text{m}$	$Rz_3=9,56 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=2,432 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=9,58 \mu\text{m}$

g) 4 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$Ra_1=1,335 \mu\text{m}$	$Rz_1=5,10 \mu\text{m}$
--------------------------	-------------------------

$$Ra_2=1,332 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=4,95 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,334 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=5,03 \mu\text{m}$$

h) 4 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,484 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=2,46 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,461 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=2,48 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,473 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=2,47 \mu\text{m}$$

i) 5 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,822 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=4,53 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,695 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=3,89 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,759 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=4,21 \mu\text{m}$$

j) 5 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,765 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=7,67 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,794 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=8,20 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,780 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=7,94 \mu\text{m}$$

4.3.6 304 Çeliğinden İmal Edilen Ø30 H7u6 Toleransındaki Numunelerin Demonte Sonrası Ölçümleri

304 çeliğinden imal edilen 5 adet Ø30 H7u6 toleransındaki numuneden 1, 2 ve 3 numaralı numuneler, soğuk halde preslenerek, 4 ve 5 numaralı numuneler ise göbek ısıtılarak mile monte edilmiş olup demonte sonrası ölçüm sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

4.3.6.1 Soğuk Halde Preslenerek Monte Edilen Numunelerde Yapılan Ölçümler

a) 1 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,185 \mu\text{m} \quad RZ_1=2,35 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,155 \mu\text{m} \quad RZ_2=1,62 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,135 \mu\text{m} \quad RZ_3=1,53 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,158 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=1,83 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=1,001 \mu\text{m} \quad RZ_1=5,10 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,022 \mu\text{m} \quad RZ_2=4,94 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,012 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=5,02 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,443 \mu\text{m} \quad RZ_1=2,33 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,551 \mu\text{m} \quad RZ_2=4,59 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,477 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=3,46 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,489 \mu\text{m} \quad RZ_1=3,24 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,538 \mu\text{m} \quad RZ_2=3,69 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,580 \mu\text{m} \quad RZ_3=3,76 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,536 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=3,56 \mu\text{m}$$

e) 3 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,217 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,90 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,318 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,39 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,197 \mu\text{m}$	$Rz_3=1,63 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,211 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,97 \mu\text{m}$

f) 3 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,866 \mu\text{m}$	$Rz_1=4,48 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,973 \mu\text{m}$	$Rz_2=4,89 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,844 \mu\text{m}$	$Rz_3=4,64 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,894 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=4,67 \mu\text{m}$

4.3.6.2 Göbek Isıtılarak Monte Edilen Numunelerde Yapılan Ölçümler

a) 4 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,548 \mu\text{m}$	$Rz_1=3,60 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,491 \mu\text{m}$	$Rz_2=2,94 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,520 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=3,27 \mu\text{m}$

b) 4 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,118 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,15 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,167 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,52 \mu\text{m}$
$Ra_{\text{ort}}=0,143 \mu\text{m}$	$Rz_{\text{ort}}=1,34 \mu\text{m}$

c) 5 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,409 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=2,62 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,372 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=2,38 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,391 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=2,50 \mu\text{m}$$

d) 5 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,881 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=3,71 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,893 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=3,99 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,887 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=3,85 \mu\text{m}$$

4.3.7 Önceden Preslenerek Monte Edilen ve Demontajı Yapılan Numunelerin Isıtılarak Monte ve Demonte Edilmesiyle Elde Edilen Sonuçlar

a) 1 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,160 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=1,66 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,134 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=0,98 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,145 \mu\text{m}$$

$$Rz_3=1,10 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,146 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=1,25 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,751 \mu\text{m}$$

$$Rz_1=4,27 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,905 \mu\text{m}$$

$$Rz_2=4,98 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,801 \mu\text{m}$$

$$Rz_3=4,70 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,819 \mu\text{m}$$

$$Rz_{\text{ort}}=4,65 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,337 \mu\text{m}$	$Rz_1=2,50 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,539 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,39 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,427 \mu\text{m}$	$Rz_3=2,86 \mu\text{m}$
$Ra_{ort}=0,434 \mu\text{m}$	$Rz_{ort}=2,92 \mu\text{m}$

d) 2 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,481 \mu\text{m}$	$Rz_1=3,37 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,483 \mu\text{m}$	$Rz_2=3,24 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,467 \mu\text{m}$	$Rz_3=3,11 \mu\text{m}$
$Ra_{ort}=0,477 \mu\text{m}$	$Rz_{ort}=3,24 \mu\text{m}$

e) 3 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,191 \mu\text{m}$	$Rz_1=1,81 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,179 \mu\text{m}$	$Rz_2=1,57 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,214 \mu\text{m}$	$Rz_3=1,94 \mu\text{m}$
$Ra_{ort}=0,195 \mu\text{m}$	$Rz_{ort}=1,77 \mu\text{m}$

f) 3 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,950 \mu\text{m}$	$Rz_1=4,12 \mu\text{m}$
$Ra_2=0,980 \mu\text{m}$	$Rz_2=4,24 \mu\text{m}$
$Ra_3=0,952 \mu\text{m}$	$Rz_3=4,11 \mu\text{m}$
$Ra_{ort}=0,961 \mu\text{m}$	$Rz_{ort}=4,16 \mu\text{m}$

4.3.8 Önceden Isıtılarak Monte Edilen ve Demontajı Yapılan Numunelerin Preslenerek Monte ve Demonte Edilmesiyle Elde Edilen Sonuçlar

a) 4 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,296 \mu m$	$Rz_1=1,84 \mu m$
$Ra_2=0,473 \mu m$	$Rz_2=2,83 \mu m$
$Ra_3=0,326 \mu m$	$Rz_3=1,90 \mu m$
$Ra_{ort}=0,365 \mu m$	$Rz_{ort}=2,19 \mu m$

b) 4 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,116 \mu m$	$Rz_1=0,78 \mu m$
$Ra_2=0,124 \mu m$	$Rz_2=1,10 \mu m$
$Ra_3=0,115 \mu m$	$Rz_3=0,81 \mu m$
$Ra_{ort}=0,118 \mu m$	$Rz_{ort}=0,90 \mu m$

c) 5 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,312 \mu m$	$Rz_1=1,97 \mu m$
$Ra_2=0,250 \mu m$	$Rz_2=1,80 \mu m$
$Ra_3=0,322 \mu m$	$Rz_3=1,77 \mu m$
$Ra_{ort}=0,295 \mu m$	$Rz_{ort}=1,85 \mu m$

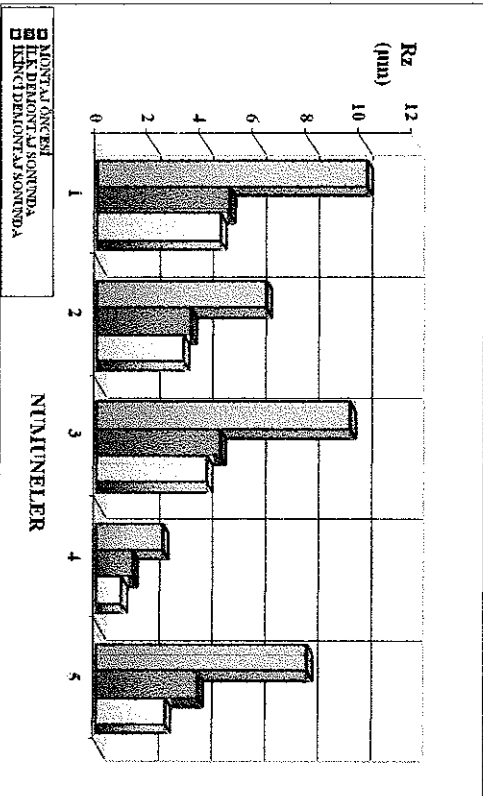
d) 5 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$Ra_1=0,475 \mu m$	$Rz_1=2,39 \mu m$
$Ra_2=0,542 \mu m$	$Rz_2=2,94 \mu m$
$Ra_3=0,580 \mu m$	$Rz_3=2,38 \mu m$
$Ra_{ort}=0,532 \mu m$	$Rz_{ort}=2,57 \mu m$

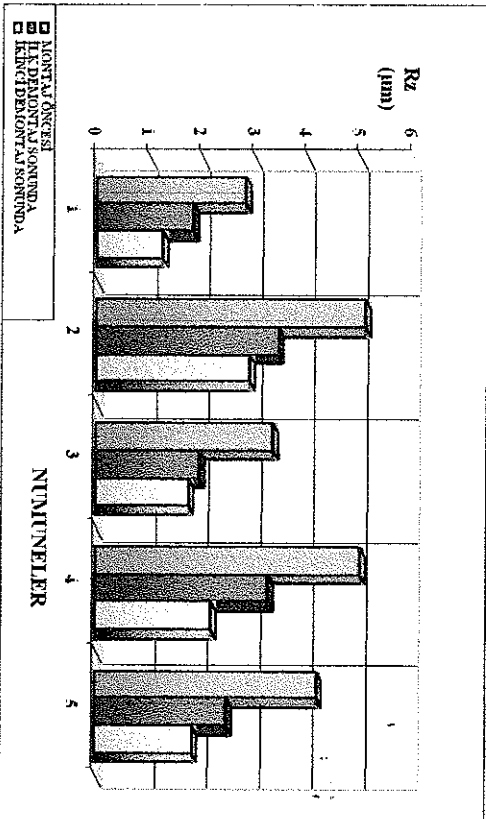
Çizelge 4.14 Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları

	MONTAJ ÖNCESİ				DEMONTAJ SONRASI				ARz (%)			
	Ra (µm)		Rz (µm)		Ra (µm)		Rz (µm)		MİL		GÖBEK	
	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK
1	0,403	2,792	2,83	10,2	0,158	1,012	1,83	5,02	35%	51%	32%	7%
2	1,387	1,479	5,11	6,38	0,477	0,536	3,46	3,56	32%	44%	16%	9%
3	0,645	2,432	3,36	9,58	0,211	0,894	1,97	4,67	41%	51%	10%	11%
4	1,334	0,473	5,03	2,47	0,52	0,143	3,27	1,34	35%	46%	33%	33%
5	0,759	1,78	4,21	7,94	0,391	0,887	2,5	3,85	41%	52%	26%	33%
					ISITILARAK				PRESENEREK			
	Ra (µm)		Rz (µm)		Ra (µm)		Rz (µm)		MİL		GÖBEK	
	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK
	0,146	0,819	1,25	4,65	0,434	0,477	2,92	3,24	32%	16%	9%	7%
	0,195	0,961	1,77	4,16	0,365	0,118	2,19	0,9	33%	33%	33%	33%
	Ra (µm)		Rz (µm)		Ra (µm)		Rz (µm)		MİL		GÖBEK	
	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK
	0,295	0,532	1,85	2,57	0,295	0,532	1,85	2,57	26%	33%	26%	33%

Çizelge 4.15 Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Millerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları



Çizelge 4.16 Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Göbeklerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları



4.3.8.1 Ø30 H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Δu Değerlerinin Karşılaştırılması (Birinci Monte – Demonte Durumu Gözönüne Alındığında);

$$\Delta u_{I1} = 1,2 \times (10,2 + 2,83) = 15,64 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I2} = 1,2 \times (5,11 + 6,38) = 13,79 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I3} = 1,2 \times (3,36 + 9,58) = 15,53 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I4} = 1,2 \times (5,00 + 2,47) = 9,00 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I5} = 1,2 \times (4,21 + 7,94) = 14,58 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG1} = 10,2 - 5,02 = 5,18 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG2} = 6,38 - 3,56 = 2,82 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG3} = 9,58 - 4,67 = 4,91 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG4} = 2,47 - 1,34 = 1,13 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG5} = 7,94 - 3,85 = 4,09 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM1} = 2,83 - 1,83 = 1,00 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM2} = 5,11 - 3,46 = 1,65 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM3} = 3,36 - 1,97 = 1,39 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM4} = 5,03 - 3,27 = 1,76 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM5} = 4,21 - 2,50 = 1,71 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} = 5,18 + 1,00 = 6,18 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P2} = 2,82 + 1,65 = 4,47 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P3} = 4,91 + 1,39 = 6,30 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P4} = 1,13 + 1,76 = 2,89 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P5} = 4,09 + 1,71 = 5,80 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} / \Delta u_{I1} = (15,64 - 6,18) / 15,64 = \% 60$$

$$\Delta u_{P2} / \Delta u_{I2} = (13,79 - 2,12) / 11,74 = \% 68$$

$$\Delta u_{P3} / \Delta u_{I3} = (15,53 - 6,30) / 15,53 = \% 59$$

$$\Delta u_{P4} / \Delta u_{I4} = (9,00 - 2,89) / 9,00 = \% 68$$

$$\Delta u_{P5} / \Delta u_{I5} = (14,58 - 5,80) / 14,58 = \% 60$$

4.3.8.2 Ø30 H7u6 Toleransında 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Δu Değerlerinin Karşılaştırılması (İkinci Monte – Demonte Durumu Gözönüne Alındığında);

$$\Delta u_{I1} = 1,2 \times (1,83 + 5,02) = 8,22 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I2} = 1,2 \times (3,46 + 3,56) = 7,22 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I3} = 1,2 \times (1,97 + 4,67) = 7,97 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I4} = 1,2 \times (3,27 + 1,34) = 5,53 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I5} = 1,2 \times (2,50 + 3,85) = 7,62 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG1} = 5,02 - 4,65 = 0,37 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG2} = 3,56 - 3,24 = 0,32 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG3} = 4,67 - 4,16 = 0,51 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG4} = 1,34 - 0,90 = 0,44 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG5} = 3,85 - 2,57 = 1,28 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM1} = 1,83 - 1,25 = 0,58 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM2} = 3,46 - 2,92 = 0,54 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM3} = 1,97 - 1,77 = 0,20 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM4} = 3,27 - 2,19 = 1,08 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM5} = 2,50 - 1,85 = 0,65 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} = 0,37 + 0,58 = 0,95 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P2} = 0,32 + 0,54 = 0,86 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P3} = 0,51 + 0,20 = 0,71 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P4} = 0,44 + 1,08 = 1,52 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P5} = 1,28 + 0,65 = 1,93 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} / \Delta u_{I1} = (8,22 - 0,95) / 8,22 = \% 88$$

$$\Delta u_{P2} / \Delta u_{I2} = (7,22 - 0,86) / 7,22 = \% 88$$

$$\Delta u_{P3} / \Delta u_{I3} = (7,97 - 0,71) / 7,97 = \% 91$$

$$\Delta u_{P4} / \Delta u_{I4} = (5,53 - 1,52) / 5,53 = \% 73$$

$$\Delta u_{P5} / \Delta u_{I5} = (7,62 - 1,93) / 7,62 = \% 75$$

4.3.9 Ø30H7u6 Alüminyum Alaşımı Göbek Ve 304 Mil'den İmal Edilen Numunelerin Montaj Öncesi Ölçülen Değerleri;

a) 1 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,918 \mu\text{m} \quad RZ_1=5,05 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,996 \mu\text{m} \quad RZ_2=5,78 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,046 \mu\text{m} \quad RZ_3=5,86 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,987 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=5,56 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,118 \mu\text{m} \quad RZ_1=4,34 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,140 \mu\text{m} \quad RZ_2=4,29 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,131 \mu\text{m} \quad RZ_3=4,76 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,130 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=4,46 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,433 \mu\text{m} \quad RZ_1=5,65 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,359 \mu\text{m} \quad RZ_2=5,29 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,393 \mu\text{m} \quad RZ_3=5,61 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,395 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=5,52 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=2,981 \mu\text{m} \quad RZ_1=11,0 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=2,927 \mu\text{m} \quad RZ_2=10,5 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=2,920 \mu\text{m} \quad RZ_3=10,6 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=2,943 \mu\text{m} \quad RZ_{\text{ort}}=10,7 \mu\text{m}$$

e) 3 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,816 \mu\text{m} \quad Rz_1=4,80 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,805 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,71 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,796 \mu\text{m} \quad Rz_3=4,83 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,806 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=4,78 \mu\text{m}$$

f) 3 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,371 \mu\text{m} \quad Rz_1=6,03 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,346 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,72 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,418 \mu\text{m} \quad Rz_3=6,51 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,378 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=6,09 \mu\text{m}$$

4.3.10 Ø30H7u6 Pirinç Göbek Ve 304 Mil'den İmal Edilen Numunelerin Montaj Öncesi Ölçülen Değerleri;

a) 1 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,852 \mu\text{m} \quad Rz_1=4,06 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,835 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,08 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,859 \mu\text{m} \quad Rz_3=4,18 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,849 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=4,11 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,282 \mu\text{m} \quad Rz_1=3,15 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,271 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,09 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,306 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,01 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,286 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,42 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,827 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,74 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,757 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,89 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,682 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,09 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,755 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,57 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,446 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,87 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,471 \mu\text{m} \quad Rz_2=6,36 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,464 \mu\text{m} \quad Rz_3=6,35 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,460 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=6,19 \mu\text{m}$$

e) 3 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,711 \mu\text{m} \quad Rz_1=3,32 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,663 \mu\text{m} \quad Rz_2=3,12 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,788 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,30 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,784 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,45 \mu\text{m}$$

f) 3 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,841 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,32 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,856 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,95 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,977 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,76 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,891 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,34 \mu\text{m}$$

4.3.11 Ø30H7u6, 304 Çeliğinden İmal Edilen Mil – Göbek Çiftinin Montaj Öncesi Ölçülen Değerleri (Göbek Dış Çapı Ø 70);

a) 1 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,380 \mu\text{m} \quad Rz_1=3,11 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,372 \mu\text{m} \quad Rz_2=2,77 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,492 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,33 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,415 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,07 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,980 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,57 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,904 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,88 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,043 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,93 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,976 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,46 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,523 \mu\text{m} \quad Rz_1=4,06 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,555 \mu\text{m} \quad Rz_2=3,67 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,556 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,68 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,545 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,77 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,544 \mu\text{m} \quad Rz_1=6,86 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,424 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,82 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,408 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,71 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,459 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=6,13 \mu\text{m}$$

e) 3 No'lu milin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=1,012 \mu\text{m} \quad Rz_1 = 6,54 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,003 \mu\text{m} \quad Rz_2 = 5,48 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,093 \mu\text{m} \quad Rz_3 = 7,40 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,036 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}} = 6,47 \mu\text{m}$$

f) 3 No'lu göbeğin montaj öncesi ölçümleri:

$$Ra_1=0,300 \mu\text{m} \quad Rz_1=2,39 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,297 \mu\text{m} \quad Rz_2=2,26 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,356 \mu\text{m} \quad Rz_3=2,87 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,318 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=2,51 \mu\text{m}$$

4.3.12 Ø30H7u6 Alüminyum Alaşımı Göbek Ve 304 Mil'den İmal Edilen Numunelerin Demonte Sonrası Ölçülen Değerleri;

a) 1 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,922 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,19 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,022 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,33 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,050 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,60 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,998 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,37 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=1,112 \mu\text{m} \quad Rz_1 = 4,23 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,102 \mu\text{m} \quad Rz_2 = 4,41 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,067 \mu\text{m} \quad Rz_3 = 4,24 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,093 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=4,29 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=1,340 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,53 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,281 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,05 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,338 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,36 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,320 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,31 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=2,735 \mu\text{m} \quad Rz_1=9,81 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=2,468 \mu\text{m} \quad Rz_2=9,46 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=2,455 \mu\text{m} \quad Rz_3=9,37 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=2,550 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=9,55 \mu\text{m}$$

e) 3 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,943 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,12 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,752 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,04 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,769 \mu\text{m} \quad Rz_3=4,27 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,821 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=4,48 \mu\text{m}$$

f) 3 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=1,330 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,39 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,421 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,93 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,317 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,50 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,356 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,27 \mu\text{m}$$

4.3.13 Ø30H7u6 Pirinç Göbek Ve 304 Mil'den İmal Edilen Numunelerin Demonte Sonrası Ölçülen Değerleri;

a) 1 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,898 \mu\text{m} \quad Rz_1=4,01 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,855 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,02 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,810 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,75 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,854 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,93 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,346 \mu\text{m} \quad Rz_1=3,58 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,315 \mu\text{m} \quad Rz_2=2,93 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,288 \mu\text{m} \quad Rz_3=2,66 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,316 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,06 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,796 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,45 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,736 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,11 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,718 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,58 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,743 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,38 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=1,397 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,65 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,402 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,67 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,468 \mu\text{m} \quad Rz_3=6,17 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,422 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,83 \mu\text{m}$$

e) 3 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,758 \mu\text{m} \quad Rz_1=3,35 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,675 \mu\text{m} \quad Rz_2=3,41 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,760 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,52 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,731 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,43 \mu\text{m}$$

f) 3 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,883 \mu\text{m} \quad Rz_1=4,97 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,846 \mu\text{m} \quad Rz_2=5,42 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,693 \mu\text{m} \quad Rz_3=4,03 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,807 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=4,81 \mu\text{m}$$

4.3.14 Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Mil – Göbek Çiftinin Demonte Sonrası Ölçülen Değerleri (Göbek Dış Çapı Ø70);

a) 1 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,352 \mu\text{m} \quad Rz_1=2,81 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,322 \mu\text{m} \quad Rz_2=2,73 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,363 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,04 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,346 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=2,86 \mu\text{m}$$

b) 1 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,841 \mu\text{m} \quad Rz_1=4,81 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,850 \mu\text{m} \quad Rz_2=4,59 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,892 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,07 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,861 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=4,49 \mu\text{m}$$

c) 2 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,532 \mu\text{m} \quad Rz_1=3,88 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,514 \mu\text{m} \quad Rz_2=3,60 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=0,484 \mu\text{m} \quad Rz_3=3,64 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,510 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=3,71 \mu\text{m}$$

d) 2 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=1,392 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,78 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,412 \mu\text{m} \quad Rz_2=6,00 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,413 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,49 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,409 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,76 \mu\text{m}$$

e) 3 No'lu milin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=1,048 \mu\text{m} \quad Rz_1=5,86 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=1,152 \mu\text{m} \quad Rz_2=6,20 \mu\text{m}$$

$$Ra_3=1,041 \mu\text{m} \quad Rz_3=5,64 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=1,080 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=5,90 \mu\text{m}$$

f) 3 No'lu göbeğin demonte sonrası ölçümleri:

$$Ra_1=0,289 \mu\text{m} \quad Rz_1=2,17 \mu\text{m}$$

$$Ra_2=0,292 \mu\text{m} \quad Rz_2=2,04 \mu\text{m}$$

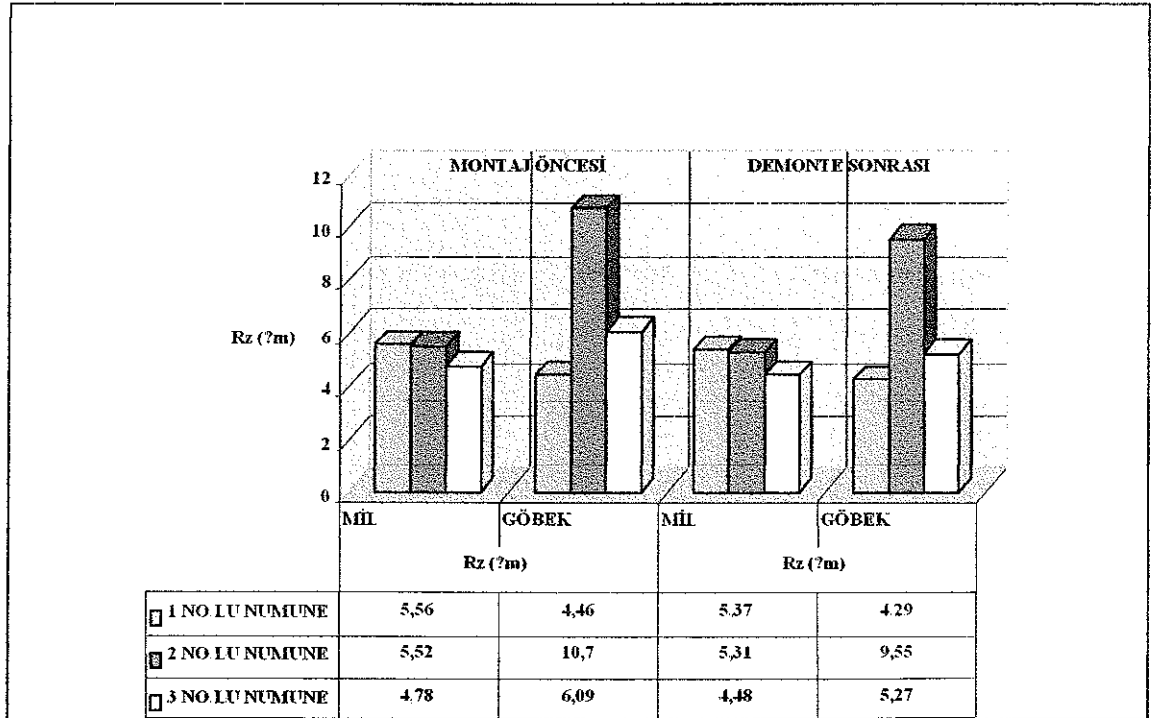
$$Ra_3=0,311 \mu\text{m} \quad Rz_3=2,61 \mu\text{m}$$

$$Ra_{\text{ort}}=0,297 \mu\text{m} \quad Rz_{\text{ort}}=2,27 \mu\text{m}$$

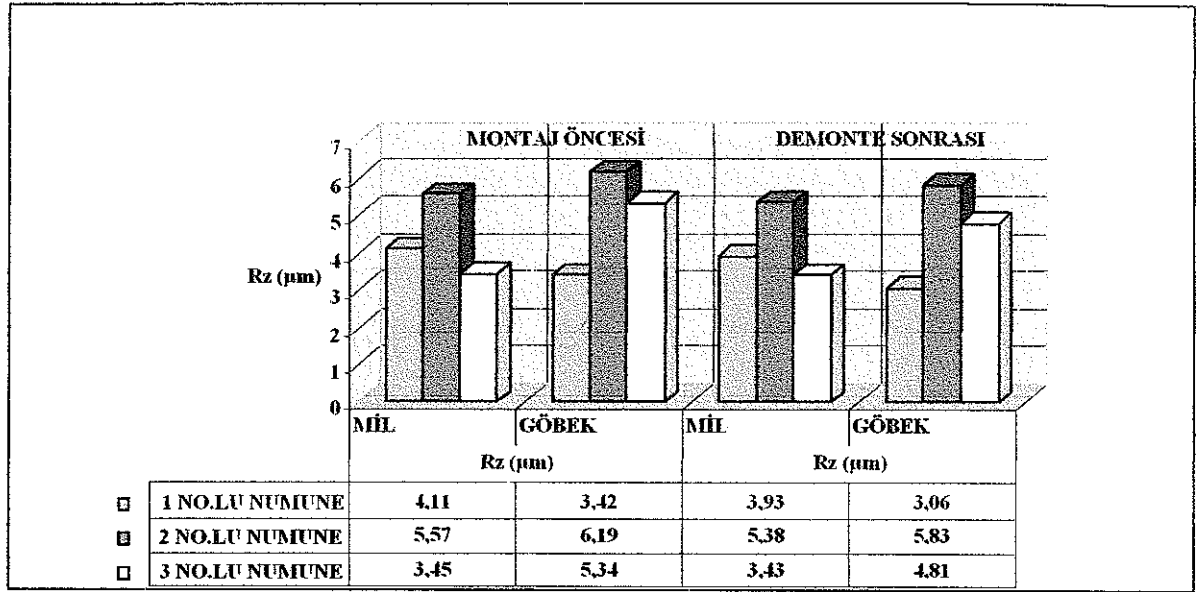
Çizelge 4.17 Ø30H7u6 Numunelerin Ölçümleri ve Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları

	MONTAJ ÖNCESİ				DEMONTE SONRASI				ΔRz (%)	
	Ra (µm)		Rz (µm)		Ra (µm)		Rz (µm)			
	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK	MİL	GÖBEK
ALÜMİNYUM GÖBEK - 304 MİL NUMUNELER (Çizelge 4.18)										
1	0,987	1,13	5,56	4,46	0,998	1,093	5,37	4,29	%3	%4
2	1,395	2,943	5,52	10,70	1,320	2,55	5,31	9,55	%4	%11
3	0,806	1,378	4,78	6,09	0,821	1,356	4,48	5,27	%6	%13
PİRİNÇ GÖBEK - 304 MİL NUMUNELER (Çizelge 4.19)										
1	0,849	0,286	4,11	3,42	0,854	0,316	3,93	3,06	%4	%11
2	0,755	1,46	5,57	6,19	0,743	1,422	5,38	5,83	%3	%6
3	0,784	0,891	3,45	5,34	0,731	0,807	3,43	4,81	%1	%10
304 ÇELİĞİNDEN İMAL EDİLEN NUMUNELER (Çizelge 4.20)										
1	0,415	0,976	3,07	5,46	0,346	0,861	2,86	4,49	%7	%18
2	0,545	1,459	3,77	6,13	0,51	1,409	3,71	5,76	%2	%6
3	1,036	0,318	6,47	2,51	1,08	0,297	5,9	2,27	%9	%10

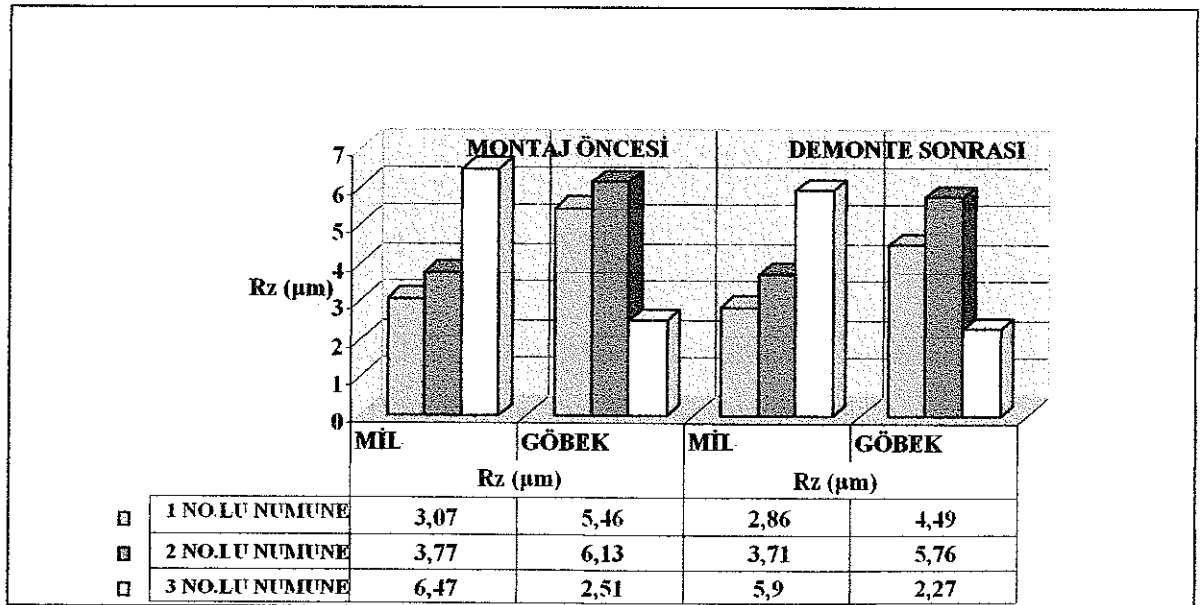
Çizelge 4.18 Alüminyum ve 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Ölçülen Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Karşılaştırılması



Çizelge 4.19 Pirinç ve 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Ölçülen Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Karşılaştırılması



Çizelge 4.20 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerde Ölçülen Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Karşılaştırılması (Göbek Dış Çapı Ø70)



4.3.15 Ø30H7u6 Alüminyum Alaşımı Göbek Ve 304 Milden İmal Edilen Numunelerin Δu Teorik ve Δu Pratik Değerlerinin Hesaplanması ve Karşılaştırılması

$$\Delta u_{T1} = 1,2 \times (5,56 + 4,46) = 12,024 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{T2} = 1,2 \times (5,52 + 10,7) = 19,464 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{T3} = 1,2 \times (4,78 + 6,09) = 13,044 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG1} = 4,46 - 4,29 = 0,17 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG2} = 10,7 - 9,55 = 1,15 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG3} = 6,09 - 5,27 = 0,82 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM1} = 5,56 - 5,37 = 0,19 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM2} = 5,52 - 5,31 = 0,21 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM3} = 4,78 - 4,48 = 0,30 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} = 0,17 + 0,19 = 0,36 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P2} = 1,15 + 0,21 = 1,36 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P3} = 0,82 + 0,30 = 1,12 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} / \Delta u_{T1} = (12,024 - 0,36) / 12,024 = \% 97$$

$$\Delta u_{P2} / \Delta u_{T2} = (19,464 - 1,36) / 19,464 = \% 93$$

$$\Delta u_{P3} / \Delta u_{T3} = (13,044 - 1,12) / 13,044 = \% 91$$

4.3.16 Ø30H7u6 Pirinç Göbek Ve 304 Milden İmal Edilen Numunelerin Δu Teorik Ve Δu Pratik Değerlerinin Hesaplanması ve Karşılaştırılması

$$\Delta u_{T1} = 1,2 \times (4,11 + 3,42) = 9,036 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{T2} = 1,2 \times (5,57 + 6,19) = 14,112 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{T3} = 1,2 \times (3,45 + 5,34) = 10,548 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG1} = 3,42 - 3,06 = 0,36 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG2} = 6,19 - 5,83 = 0,36 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG3} = 5,34 - 3,43 = 1,91 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM1} = 4,11 - 3,93 = 0,18 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM2} = 5,57 - 5,38 = 0,19 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM3} = 3,45 - 3,43 = 0,02 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} = 0,36 + 0,18 = 0,54 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P2} = 0,36 + 0,19 = 0,55 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P3} = 1,91 + 0,02 = 1,93 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} / \Delta u_{I1} = (9,036 - 0,54) / 9,036 = \% 94$$

$$\Delta u_{P2} / \Delta u_{I2} = (14,112 - 0,55) / 14,112 = \% 96$$

$$\Delta u_{P3} / \Delta u_{I3} = (10,548 - 1,93) / 10,548 = \% 82$$

4.3.17 Ø30H7u6 304 Çeliğinden İmal Edilen Numunelerin Δu Teorik ve Δu Pratik Değerlerinin Hesaplanması ve Karşılaştırılması

$$\Delta u_{I1} = 1,2 \times (3,07 + 5,46) = 10,236 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I2} = 1,2 \times (3,77 + 6,13) = 11,88 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{I3} = 1,2 \times (6,47 + 2,51) = 10,776 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG1} = 5,46 - 4,49 = 0,97 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG2} = 6,13 - 5,76 = 0,37 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZG3} = 2,51 - 2,27 = 0,24 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM1} = 3,07 - 2,86 = 0,21 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM2} = 3,77 - 3,71 = 0,06 \mu\text{m}$$

$$\Delta R_{ZM3} = 6,47 - 5,90 = 0,57 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} = 0,97 + 0,21 = 1,18 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P2} = 0,37 + 0,06 = 0,43 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P3} = 0,24 + 0,57 = 0,81 \mu\text{m}$$

$$\Delta u_{P1} / \Delta u_{T1} = (10,236 - 1,18) / 10,236 = \% 89$$

$$\Delta u_{P2} / \Delta u_{T2} = (11,88 - 0,43) / 11,88 = \% 96$$

$$\Delta u_{P3} / \Delta u_{T3} = (10,776 - 0,81) / 10,776 = \% 93$$

Deneylerden elde edilen ve hesaplamalarda kullanılan sonuçların çıktıları EK-1'de verilmiştir

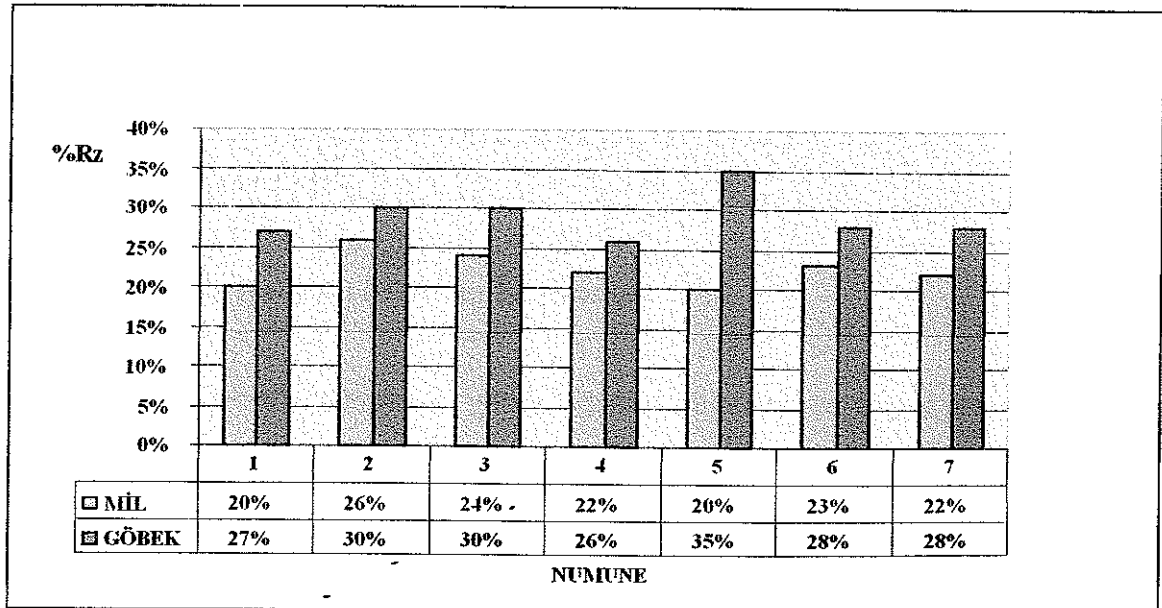
5. SONUÇ

Yüzey pürüzlülüğü ölçüm deneylerinde 22 adet numune kullanılmıştır. Sonuçlar, bu deneylerde yapılan ölçümler neticesinde aşağıda belirtilen başlıklar altında incelenmiştir.

5.1 Mil ve Göbeklerdeki Yüzey Pürüzlülüğü Kayıpları

Yapılan deneylerde ortaya çıkan sonuçlar ışığında, göbeklerde, millere göre yüzey pürüzlülük kaybının ortalama %13 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Geçme yapılırken göbeğin genişlemesinden faydalanılması, mikron seviyesinde dahi olsa göbek pürüz profillerini etkilemektedir. Geçme tamamlandığı zaman soğuma sırasında göbeğin daralarak mili sıkması ve milin de göbekteki sıcaklık etkisiyle genişerek göbeğe basınç yapmasıyla numune çifti yüzeyinde aşınma meydana gelmektedir. Numune çifti sakin havada ortam sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra demonte esnasında da tekrar göbeğin ısıtarak geniştirilmesi ve milin serbest bir biçimde yerçekimi etkisiyle göbekten ayrılması ile göbekteki yüzey pürüzlülük kaybının daha fazla olduğu sonucu çıkartılmıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Göbek Isıtılarak Geçme Yapılan Numunelerde % Yüzey Kayıpları



5.2 Eksenel ve Radyal Pres Geçme Arasındaki Yüzey Pürüzlülüğü Kayıplarının Farkları

Eksenel pres geçme ile millerde %41'lere varan yüzey pürüzlülüğü kayıpları göze çarparken, göbeklerde bu kayıp %51'lere kadar çıkabilmektedir. Diğer taraftan çizelge 5.1'den de görüleceği gibi radyal geçmelerde bu değer, millerde maksimum %26'ya çıkarken göbeklerde ise maksimum %35'e çıkmaktadır. Dolayısıyla seçilen pres geçme yöntemine göre yüzey pürüzlülük kayıpları arasında %15'lere varan bir fark ortaya çıkmaktadır. Bu durum da iletilecek momente, sürtünme katsayısına ve sıkı geçme ile imal edilmiş parçaların tekrar sökülüp takılmasındaki yüzey kayıplarının azaltılmasında birinci dereceden etki oluşturmaktadır.

5.3 Mil ve Göbeğin Farklı Malzemeden İmal Edilmesi Durumunda Yüzey Pürüzlülüğü Kayıplarının İncelenmesi

Alüminyum alaşımından imal edilen göbek ve 304 çeliğinden imal edilen millerde yapılan ölçümlerde yüzey pürüzlülüğü kaybı, miller için maksimum %6, göbekler için maksimum %13 olarak hesaplanmıştır. Alüminyum göbeklerin çelik millere göre daha çok daha az sıcaklıkta genleşmesi ve çelik miller üzerine yeterince yüzey basıncı uygulayamaması daha az yüzey ezilmesine, dolayısıyla mil yüzeyinde daha az yüzey pürüzlülüğü kaybının oluşmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde pirinçten imal edilen göbekler ve 304 çeliğinden imal edilen millerde de mil yüzey pürüzlülüğü kaybının maksimum %4, göbek yüzey pürüzlülüğü kaybının ise maksimum %11 olduğu hesaplanmıştır.

5.4 Göbek Cidar Kalınlığı Etkisinin İncelenmesi

Yapılan deneyler sonucunda göbek cidar kalınlığı arttıkça, radyal pres geçmeyle birleştirilen numunelerde göbeğin soğuması esnasında mil yüzeyine daha fazla yüzey basıncının etki ettiği gözlemlenmiştir. Mil yüzey kaybı %9'lara çıkarken göbek yüzey kaybının ise %18'lere ulaştığı ölçülmüştür.

EK – I NUMUNELERİN ÖLÇÜM SONUÇLARI ÖRNEKLERİ

Perthometer M2
Object Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.687 μ m
Rz 3.55 μ m
Rmax 5.11 μ m
Rk 2.55 μ m

R Profile
Lc 0.800 mm
VER 2.50 μ m



Perthometer M2
Object Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.693 μ m
Rz 3.97 μ m
Rmax 4.79 μ m
Rk 2.55 μ m

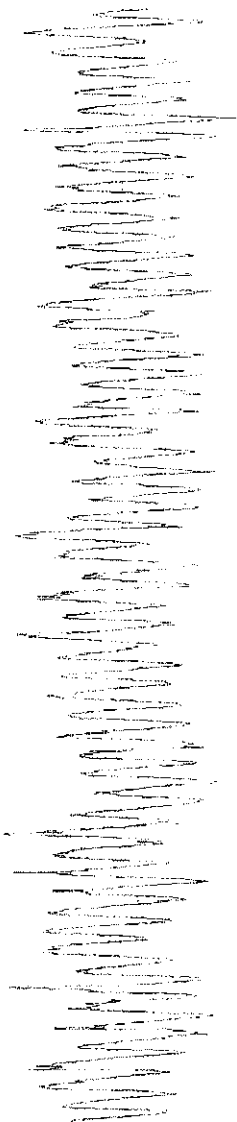
R Profile
Lc 0.800 mm
VER 2.50 μ m



Perthometer M2
Object Name

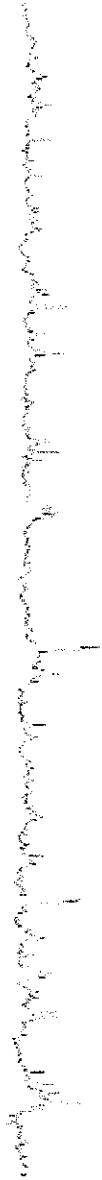
Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.647 μ m
Rz 3.31 μ m
Rmax 3.55 μ m
Rk 2.30 μ m

R Profile
Lc 0.800 mm
VER 1.00 μ m



Şekil 6.1. H7u6 Toleransındaki 1 Numaralı Milin montaj Öncesi Sonuçları

Perthometer M2		
Object Name		
#		
Lt	0.000	mm
Lc	0.000	mm
Ra	0.046	µm
Rz	0.07	µm
Rmax	0.09	µm
Rx	0.55	µm
R Profile		
Lc	0.000	mm
VER	0.00	µm



Perthometer M2		
Object Name		
#		
Lt	0.000	mm
Lc	0.000	mm
Ra	0.000	µm
Rz	0.20	µm
Rmax	0.00	µm
Rx	0.01	µm
R Profile		
Lc	0.000	mm
VER	0.00	µm



Perthometer M2		
Object Name		
#		
Lt	0.000	mm
Lc	0.000	mm
Ra	0.277	µm
Rz	0.00	µm
Rmax	0.00	µm
Rx	0.07	µm
R Profile		
Lc	0.000	mm
VER	0.00	µm

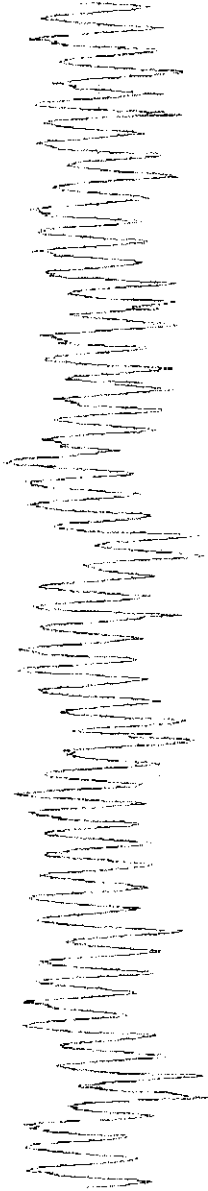


Şekil 6.2 H7u6 Toleransındaki 1 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları

Perthometer M2
Object Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.546 µm
Rz 2.70 µm
Rmax 2.89 µm
Rk ***** µm

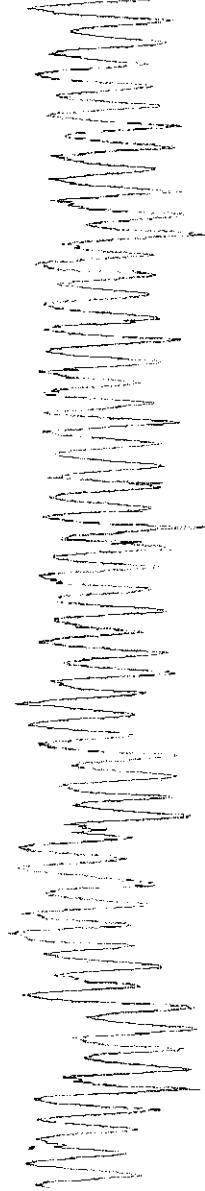
R Profile
Lc 0.800 mm
VER 1.00 µm



Perthometer M2
Object Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.543 µm
Rz 2.72 µm
Rmax 2.96 µm
Rk 1.78 µm

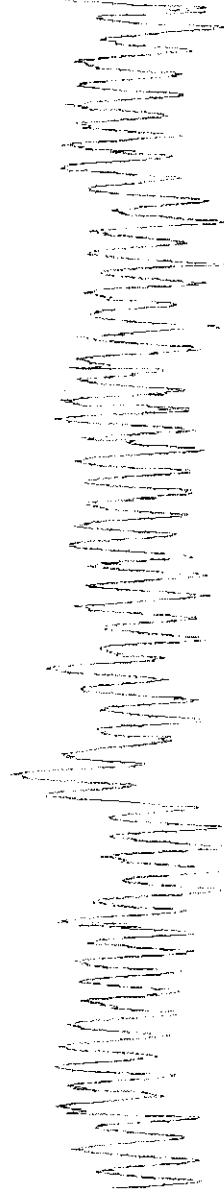
R Profile
Lc 0.800 mm
VER 1.00 µm



Perthometer M2
Object Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.547 µm
Rz 2.68 µm
Rmax 3.38 µm
Rk 1.83 µm

R Profile
Lc 0.800 mm
VER 1.00 µm



Şekil 6.3 H7u6 Toleransındaki 2 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları

Perthometer M2
 Object
 Name
 #
 Lt 0.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.510 µm
 Rz 3.10 µm
 Rmax 3.60 µm
 Rk 1.14 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 2.50 µm



Perthometer M2
 Object
 Name
 #
 Lt 0.800 µm
 Lc 0.800 µm
 Ra 0.540 µm
 Rz 3.40 µm
 Rmax 4.40 µm
 Rk 1.40 µm

R Profile
 Lc 0.800 µm
 VER 2.60 µm



Perthometer M2
 Object
 Name
 #
 Lt 0.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.600 µm
 Rz 3.37 µm
 Rmax 3.70 µm
 Rk 1.00 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 2.60 µm



Şekil 6.4 H7u6 Toleransındaki 2 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları

Perthometer M2
 Object Name
 #
 Lt 5.800 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.315 µm
 Rz 2.38 µm
 Rmax 2.67 µm
 Rk 0.71 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 2.50 µm



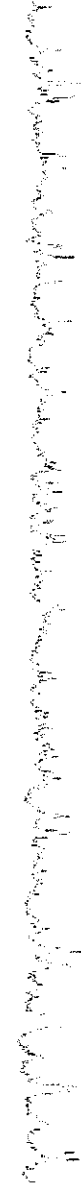
Perthometer M2
 Object Name
 #
 Lt 5.800 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.387 µm
 Rz 2.81 µm
 Rmax 3.81 µm
 Rk 0.82 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 2.53 µm



Perthometer M2
 Object Name
 #
 Lt 5.800 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.305 µm
 Rz 2.57 µm
 Rmax 4.57 µm
 Rk 0.70 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 2.50 µm



Şekil 6.5 H7u6 Toleransındaki 3 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları

Part Number: M2
 Object Name #
 Lt 0.820 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 3.791 µm
 Rz 3.55 µm
 Rmax 3.74 µm
 Rk ***** µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 1.08 µm

Part Number: M2
 Object Name #
 Lt 0.820 mm
 Lc 0.820 mm
 Ra 0.818 µm
 Rz 0.24 µm
 Rmax 4.67 µm
 Rk ***** µm

R Profile
 Lc 2.000 mm
 VER 2.50 µm

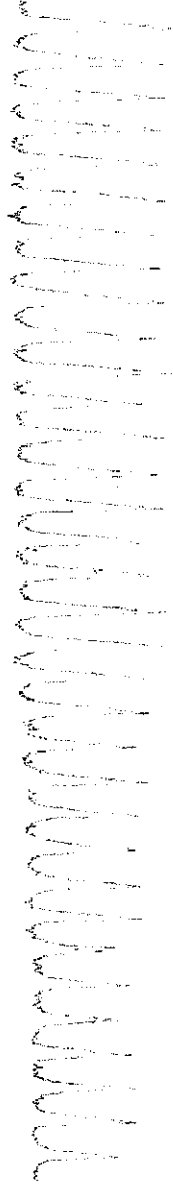
Part Number: M2
 Object Name #
 Lt 0.820 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 0.625 µm
 Rz 4.00 µm
 Rmax 4.00 µm
 Rk ***** µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 2.50 µm

Şekil 6.6 H7u6 Toleransındaki 3 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları

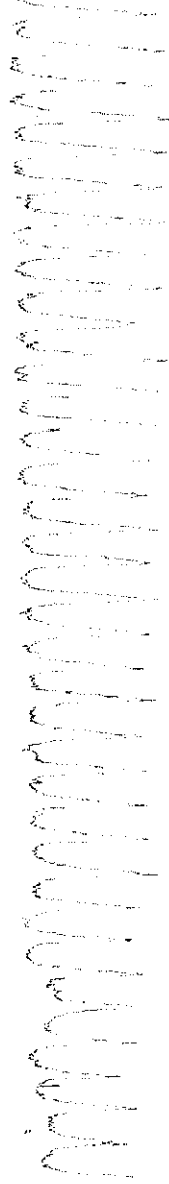
Perthometer M2
 Object Name #
 Lt 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 2.728 µm
 Rz 11.6 µm
 Rmax 13.3 µm
 Rk 2.53 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 5.00 µm



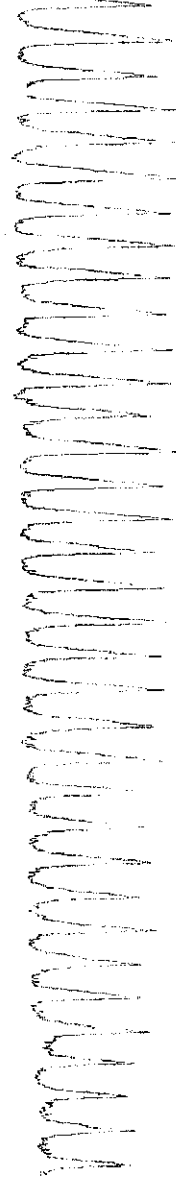
Perthometer M2
 Object Name #
 Lt 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 2.659 µm
 Rz 11.7 µm
 Rmax 13.2 µm
 Rk 3.02 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 5.00 µm



Perthometer M2
 Object Name #
 Lt 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 2.655 µm
 Rz 12.1 µm
 Rmax 13.8 µm
 Rk 2.71 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 5.00 µm



Şekil 6.7 H7s6 Toleransındaki 1 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları

Perthometer 42
 Object
 Name
 #
 Lt 0.000 mm
 Lc 0.000 mm
 Ra 0.308 µm
 Rz 2.76 µm
 Rmax 3.36 µm
 Rk 0.75 µm

R Profile
 Lc 0.000 mm
 VER 2.50 µm



Perthometer 43
 Object
 Name
 #
 Lt 0.000 mm
 Lc 0.000 mm
 Ra 0.243 µm
 Rz 2.42 µm
 Rmax 3.35 µm
 Rk 0.54 µm

R Profile
 Lc 0.000 mm
 VER 2.50 µm



Perthometer 42
 Object
 Name
 #
 Lt 0.000 mm
 Lc 0.000 mm
 Ra 0.459 µm
 Rz 3.11 µm
 Rmax 3.56 µm
 Rk 1.17 µm

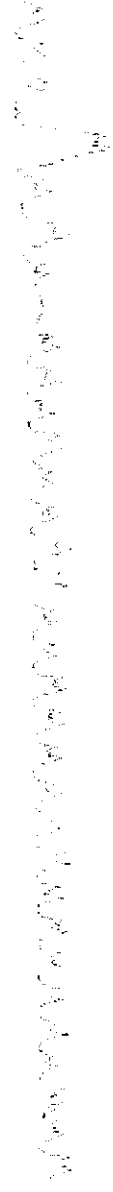
R Profile
 Lc 0.000 mm
 VER 2.50 µm



Şekil 6.8 H7s6 Toleransındaki 1 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları

Perthometer M2
 Object Name #
 Lt 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 1.800 µm
 Rz 8.47 µm
 Rmax 15.5 µm
 Rk 4.44 µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 10.0 µm



Perthometer M2
 Object Name #
 Lt 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 1.429 µm
 Rz 7.29 µm
 Rmax 8.61 µm
 Rk ***** µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 5.00 µm



Perthometer M2
 Object Name #
 Lt 5.600 mm
 Lc 0.800 mm
 Ra 1.400 µm
 Rz 7.87 µm
 Rmax 9.67 µm
 Rk ***** µm

R Profile
 Lc 0.800 mm
 VER 5.00 µm

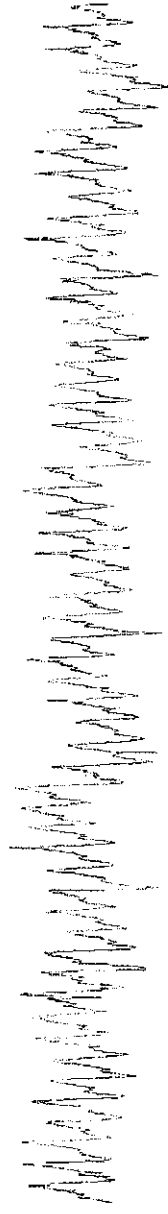


Şekil 6.9 H7s6 Toleransındaki 2 Numaralı Milin Montaj Öncesi Sonuçları

Perthometer M2
Object
Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.338 μ m
Rz 2.17 μ m
Rmax 2.40 μ m
Rk 1.12 μ m

R Profile
Lc 0.800 mm
VER 1.00 μ m



Perthometer M2
Object
Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.314 μ m
Rz 2.13 μ m
Rmax 2.37 μ m
Rk 1.06 μ m

R Profile
Lc 0.800 mm
VER 1.00 μ m



Perthometer M2
Object
Name

Lt 5.600 mm
Lc 0.800 mm
Ra 0.330 μ m
Rz 2.20 μ m
Rmax 2.79 μ m
Rk 1.13 μ m

R Profile
Lc 0.800 mm
VER 1.00 μ m



Şekil 6.10 H7s6 Toleransındaki 2 Numaralı Göbeğin Montaj Öncesi Sonuçları

- ANONİM-I 2001. Operating Instructions Perthometer M2 and M3 with PFM Drive Unit, MAHR GMBH-GERMANY, MAHR FEDERAL INC.-USA, pp. 93
- ANONİM-II, 1988 Yüzey Pürüzlülüğü-Parametreler ve Pürüzlülük Tespiti Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü – TS 971/Aralık 1998, Ankara
- ANONİM-III, 2005 Demir Çelik Ürün Kataloğu-Akalın Isıl İşlem Çelik San Ve Tic Ltd Şti – Cavit Dünder Cad No. 28 06370 Ostim, Ankara ss. 32
- FAUPEL, J.H., AND FISHER, F.E., 1981. Engineering Design - 2nd Edition, Wiley, New York
- CÜRGÜL, İ., 1997. Makine Elemanları Cilt I, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Kocaeli, ss. 351
- RENDE, H., 2000. Makine Elemanları, Seç Yayın Dağıtım, İstanbul, ss. 447
- SHINGLEY, JOSEPH E., 1985 Mechanical Engineering Design - 4th Edition, Prentice-Hall, New Jersey
- TERRY E.S., 1979 A Practical Guide to Computer Methods for Engineers, Prentice Hall, New Jersey
- YAYLA, P., 1998 Cisimlerin Mukavemeti, Yıldız Fotokopi ve Kırtasiye, İzmit, ss. 266
- AKKURT, M., 2000. Makina Bilgisi, Birsen Yayınevi Ltd Şti, İstanbul, ss. 408
- ÇİĞDEM, M., 1996. İmal Usulleri, Çağlayan Basımevi, İstanbul, ss. 424
- URAL, K., 1995 Ölçme Tekniği Ders Notları, Yıldız Fotokopi ve Kırtasiye, İzmit, ss. 35
- BARGEL, H. J., SCHULZE, G., 1995 Malzeme Bilgisi Cilt II, İ T Ü Makine Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul, ss. 174

ÖZGEÇMİŞ

Alpan SEVUK 1977 yılında Ankara'da doğdu İlk, orta, lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1995 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden 2001 yılında mezun oldu. 2002 yılında Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans'a başladı. 2002 – 2003 yılları arasında aynı Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görev yaptı. 2003 yılında Özaltın A.Ş. Gloria Golf Resort Hotel'de Teknik Müdür Yardımcısı olarak çalıştı. 2005 yılından beri Cengiz İnşaat A.Ş. Sungate Port Royal'de Teknik Müdür Yardımcısı olarak görev yapmaktadır.