



TEKNİK BİLİMLER
MESLEK YÜKSEKOKULU

Endüstriyel Ölçme ve Kontrol

7. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (HASSASİYETİ)

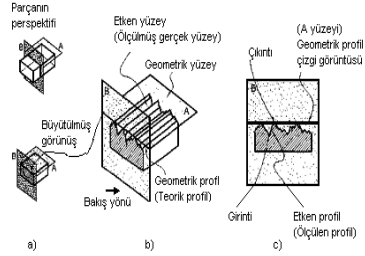
Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ
Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

www.garipgenc.com

Page 1

YüzeY Pürüzlülüğünün Tanımı

Bir parçanın yüzey özellikleri, parçanın ilgili bir yüzeyinin dik kesitinin büyütülerek çizilmiş resmi üzerinde incelenir.

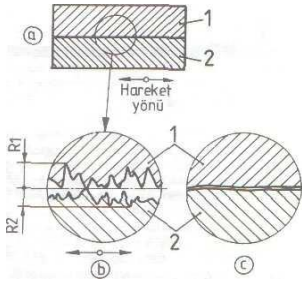


YüzeY pürüzlülüğü, şekil ve dalgalanma hataları dikkate alınmadan sınırlanmış bir alandaki yüzeyin belirli şekilde tanımlanan bütün bozukluklarının (girinti ve çukurlukların) toplamıdır

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

www.garipgenc.com

Page 2



Makine imalatında çeşitli şekillendirme sistemleri (dövme, dökme, talaş kaldırılarak şekillendirme vb.) kullanılır. Bu suretle makine ve bu makineleri oluşturan parçalar ortaya çıkar. Şekillendirme sistemi ne olursa olsun makine parçaları, birçok değişik elemandan meydana gelir.

Biz, Özellikle parçaların ancak görünen yüzeylerini görebiliriz. Parçaları meydana getiren bu yüzeyler "eşli yüzeyler" ve "eşsiz yüzeyler" şeklinde ele alınabilir. Eşli yüzeylerin (birlikte çalışan yüzeyler) kalitesi, parçanın ve parçaların meydana getirdiği makinelerin kalitesiyle yakından ilgilidir.

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

www.garipgenc.com

Page 3

Perspektif görünüş	Kesit görünüş	Yüzey adı	Düzgün	Pürüzlü
		Dalgali pürüzlü	Fena	Fena
		Düz pürüzlü	İyi	Fena
		Dalgali pürüzsüz	Fena	İyi
		Düz pürüzsüz	İyi	İyi

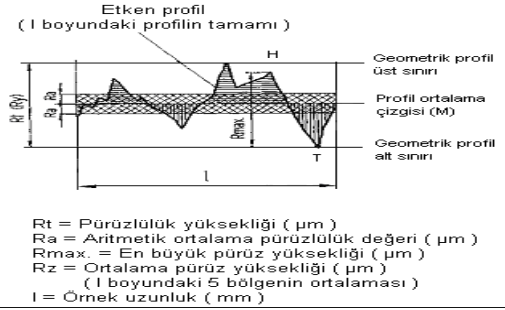
İmalât sistemlerinden biri kullanılarak bu çizelgede görülen herhangi bir profil elde edilebilir. Bu yüzey profillerinden hangisinin seçileceği çok önemlidir. Genellikle kullanma amacına göre bu yüzey profillerinden bir veya birkaçı seçilmelidir. Özellikle makine imalatında eşli yüzeyler için düz pürüzlü ve düz-pürüzsüz yüzeylerden biri veya her ikisi birden tercih edilebilir. Eşsiz yüzeylerse (birlikte çalışmayan - ayrı yüzeyler), dalgali - pürüzlü veya dalgali pürüzsüz yüzeylerden meydana gelmelidir.

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

www.garipgenc.com

Page 4

TEMEL YÜZEY BİRİM PROFİLİ



Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ www.garipgenc.com

Page 5

Yüze Kaliteleri

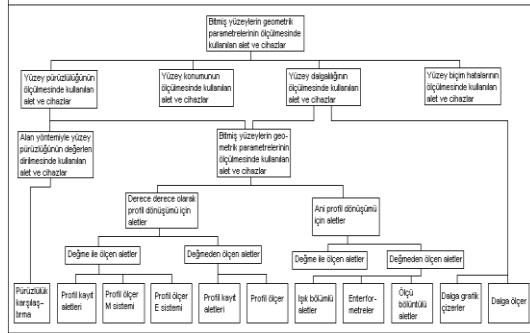
Ra aritmetik ortalama pürüzlülük değerlerine karşı gelen pürüzlülük sınıf numaraları:

Ra pürüzlülük değeri μm	μm (mikro inç)	Pürüzlülük sınıf numarası
50	2000	N12
25	1000	N11
12,5	500	N10
6,3	250	N9
3,2	125	N8
1,6	63	N7
0,8	32	N6
0,4	18	N5
0,2	8	N4
0,1	4	N3
0,05	2	N2
0,025	1	N1

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ www.garipgenc.com

Page 6

SINIFLANDIRMA ŞEMASI



Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ www.garipgenc.com

Page 7

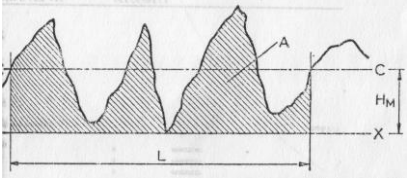
TANIMI	ÜRETİM İŞLEMİ	NUMUNE ŞEKLİ	
Düz yüzey çizgisi	Çevresel taşlama Taşlama Delme Frezeleme Vargelleme Planyalama	Düz, silindirik dış büküye Silindirik dış büküye Silindirik dış yüzey Düz Düz Düz	
Kavisli yüzey çizgisi	Alın frezeleme Yüzey tomalama	Düz Düz	
Kesikgen kavisli yüzey çizgisi	Alın frezeleme Tabak zımpara taşıyla taşlama Çanak taşıyla taşlama	Düz Düz	
Karıncık çizgili yüzey	Polisaj	Düz, silindirik dış büküye	
Noktalı yüzey	Elektrokorozyon Polisaj	Düz, silindirik dış büküye	

Yüzey çizgisi özellikleri

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ www.garipgenc.com

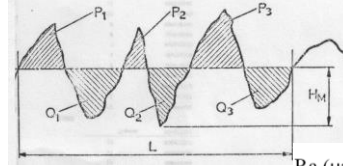
Page 8

Bir yüzeyin Ra değeri grafik olarak okunabilir. Bir yüzeyin Ra değeri grafik olarak şu yollar takip edilerek belirtile bilinir.



1. Önce yüzeyin en alt (dip) tarafına değecek şekilde düz bir (x-x) eksenini çekilir.
2. Tam sayıda dalga boyu uzunluğuna sahip olacak şekilde bir (L) uzunluğu seçilir.
3. Planimetri kullanılarak eğri altındaki çizili (A) alanı bulunur. Daha sonra $H_m = A/L$ hesaplanır. Ve (C-C) eksenini çizilir.

4. (Hm) yüksekliğindeki eksen çizildikten sonra eksen üzerinde (P1+ P2+P3+.....vs) ve eksen altında (Q1+ Q2+ Q3+.....vs)ki alanların toplamı (L) uzunluğuna bölünüp (1000/Vq) ile çarpılırsa

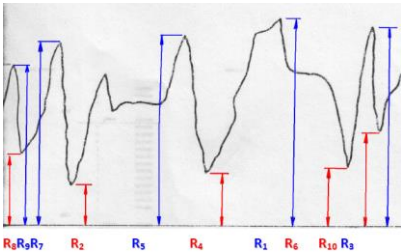


Burada;
P ve Q alanları (mm²),
L uzunluğu (mm) olarak alınır.
Vq: Düşey büyültme deęeridir.

$$R_a (\mu m) = \left(\frac{P_{\text{alanı}} + Q_{\text{alanı}}}{L} \right) \cdot \frac{1000}{V_q}$$

Not: Yatay büyültme: P, Q alanlarında ve (L) uzunluklarında gözlenir. Fakat yatay büyültme açık olarak denklem içinde görülmez. (Ra) değeri hala en çok kullanılan bir parametredir.

• Ortalama pürüz yükseklięi Rz (JIS e göre):



$$R_z = \frac{1}{5} \left[(R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9) - (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10}) \right] \cdot \frac{1000}{V_q}$$

• Yüzey Pürüzlülüğü Ölçen Cihazlar ve Teknikleri

Yüzey pürüzlülüğünü değerlendirmek amacıyla pek çok cihaz ve teknik kullanılır.

Mühendislik açısından en önemlileri:

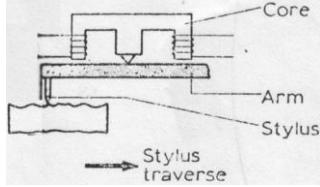
1. Elektiriksel çalışan sivri uçlu cihazlar
2. Dokunarak yüzeyin değerlendirildiği ve bu durumun mekanik çalışan cihazlarla ölçülmesi
3. Değişik tipli ışık interferans mikroskopları
4. Yüzey kopyaları elde etme

Bu metotlardan 1 ve 2 no'lu metotlar yüzey üzerinde bir dizi profil gösteren metotlardır.

• Elektriksel Sivri Uçlu Cihazlar Yapısı:

Bu cihazlar bir kola sahiptirler. Kolun üzerine elmas bir uç yerleştirilmiştir. Bu uç, numune yüzeyini baştan başa çizer. Ucun düşey hareketi elektriksel sinyallerle gösterge veya yazıcıya iletilir.

✓ E-Göbekli Cihaz



Şekilde mıknatısın iki kutbu arasına yerleştirilen bir (Fe) göbeğin ucundaki kolun düşey hareketi ile (E) göbeğinin uçlarındaki aralık değişir. Bu değişime elektrik sinyallerinin amplitüd (şiddetini) azaltır veya çoğaltır. Bu sinyaller bir ara durum elemanı ile gerekirse büyütülür. Bir filtrasyon sistemi geliştirilerek lineer düzgün bir yazdırma (record etme) işlemi sağlanmış olur.

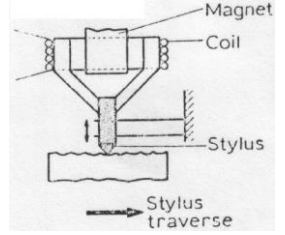
Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

www.garipgenc.com

Page 13

✓ Bobin Tipli Cihaz

Şekilde bobin tipli bir cihaz görülmektedir. Bobin elmas uç üzerine yerleştirilir. Bobin arasına konan mıknatısla düşey yönde manyetik alan sağlanmış olur. Bobin uçla beraber aşağı yukarı iner. Elmas ucun düşey hareketiyle manyetik alan değişir. Bu manyetik alan yüzeyin amplitüd ve dalga boyu ile orantılıdır. Veya elmas ucun hareketinin frekansı ile orantılıdır. Cihazın çalışma alanı içinde frekans hassas olmayabilir. Bir (Rc) düzeltme devresi konarak istenmeyen frekanslar ayrılır.



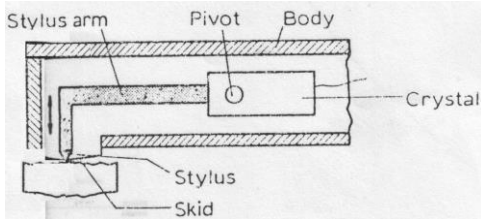
Not: Bobin içindeki mıknatıslı parça, bobinin manyetik akısını kuvvetlendirir.)

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

www.garipgenc.com

Page 14

✓ Piezoelektrik Kristalli Cihaz



Şekilde, bir piezo elektrikli cihaz gösterilmiştir. Piezoelektrik elemanı; üzerine bir kuvvet uygulandığında, gerilim doğurur. Elmas uç kolu kristale pimlenir. Elmas uç, yüzeye üzerinde kayan bir ağırlıkta değer. Ucun düşey hareketiyle doğan gerilim sinyal olarak alınır gösterge veya recorder'a verilir. Gerilim değişimi bu değişim kalibrelenerek yüzey pürüzlülüğü ölçülür. Çukur bölgelere az kuvvet uygulanır. Tepeler bölgelere ise max. kuvvet uygulanır.

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

www.garipgenc.com

Page 15

• Dokunarak Yüzey Değerlendirme

Merkezi Değerler (µm)	Ra (µm)	N		Proses	Aralık (N)	Merkezi Değerler (Ra)
		N ₁	N ₂			
0.5	0.125	-	-	Düz ve silindirik lebleme, süperfiniş	N ₁ -N ₂	0.025 - 0.2
1	0.25	N ₁	0.02 den 0.04	Elmas uçla tornalama	N ₁ -N ₂	0.025 - 0.8
2	0.05	N ₂	0.04 den 0.08	Düz ve silindirik taşlama	N ₁ -N ₂	0.025 - 3.2
4	0.1	N ₂	0.08 den 0.15	Pollaj (Parlatma)	N ₁ -N ₂	0.1 - 3.2
8	0.2	N ₂	0.15 den 0.30	Alın ve silindirik tornalama, ferzelleme, raybalama	N ₁ -N ₁₂	0.4 - 50.0
16	0.4	N ₂	0.30 dan 0.60	Matkapla delik delme	N ₁ -N ₁₀	1.6 - 12.5
32	0.8	N ₂	0.60 dan 1.2	Planşalama, yatay frezeleme	N ₁ -N ₁₂	0.8 - 50.0
63	1.6	N ₂	1.2 den 2.4	Kamu döküm ve dövme	N ₁₀ -N ₁₁	12.5 - 25.0
125	3.2	N ₂	2.4 den 4.8	Ekstrüzyon, soğuk haddelme ve tel çekme	N ₁ -N ₈	0.8 - 3.2
250	6.3	N ₂	4.8 den 9.6	Kahha döküm	N ₁ -N ₁	0.8 - 1.6

Bu yöntemin esası kıyaslamaya dayanır. Yüzey boyunca tımkla kontrol yapılabilir. Kıyaslama için (N) serilerinde pürüzlülük değerleri belirtilmiş test blokları kullanılır. Dokunarak yüzeyin değerlendirilmesinde yüzeyin sürtünme özellikleri esas alınır. Dönel yüzeylerin dokunarak değerlendirilmesinde farklılıklar artacağından kontrol için elektriksel sivri elmas uçlu cihazlarda (Ra) kontrolü yapılmalıdır.

Yrd. Doç. Dr. Garip GENÇ ve Prof. Dr. Nihat AKKUŞ

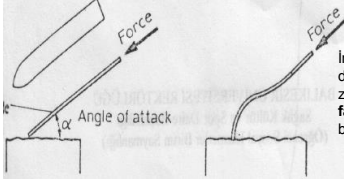
www.garipgenc.com

Page 16

• Mekanik Çalışan Cihazlar (Mecrin)

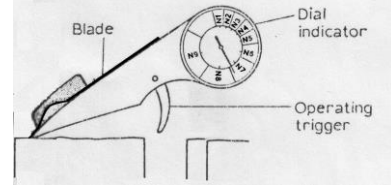
Dokunma yöntemini mekanik olarak ölçülebilecek cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazlarla taşlanmış, honlanmış, leplemiş, eğelenmiş, zımparalanmış yüzeylere uygulanır. (Ra) değerler N serileri karşılığı olarak okunur.

✓ Cihazların Çalışma Prensibi:



İnce metalik kanatçık yüzeyi değerlendirilecek yere sürüldüğü zaman hem kayacak hem de **iki faktöre** bağlı olarak eğilip bükülecektir.

1. Yüzey pürüzlülüğüne
2. İtme açısı (α)



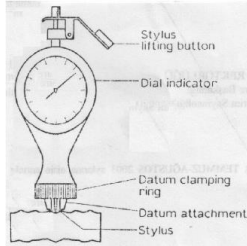
Kritik açılar altındaki açılarda kanatçık yüzey boyunca hafifçe kayar. Açı arttıkça şekildeki gibi kanatçık eğilmeye başlayacaktır. Çok düzgün yüzeylerde kritik (α) açısı büyüktür. Bu açı pürüzlülük değerinin bir fonksiyonudur. Şekilde cihazın asıl şekli görülmektedir. Yüzeye sürülen kanatçık, **şeffaf örtü** içinden gözlenir. Kritik açığa erişildiğinde göstergedeki ibre ile yüzey pürüzlülüğü değerleri (Ra) N serileri ile belirtilir. Cihazın kalibresi (Ra) değerleri 0,1 ve 0,4 μm luk sertleştirilmiş test blokları üzerinde yapılır.

✓ Kadranlı Derinlik Cihazı

Cihaz içinde çubuk (mil) bulunan, bir gösterge kadrانından ibarettir. Elmas uç, yüzeyin silindirik veya düz olmasına bağlı olarak 2 veya üç noktadan sabitlenebilir. Cihaz önce standart bir blok üzerinde sıfırlanır.

Sonra ölçülecek yüzeye bastırılarak yüzeyin çukur-tepelerine girmesi sağlanır. Daha sonra uç iyice sıkıştırılarak okuma yapılır. Bu işlem en az 4 noktada tekrarlanır. Ortalaması hemen (R_z) değerine eşittir. Şayet (Ra) istenirse, bulunan (R_z) değeri (4) e bölünür. Kaba pürüzlülük değeri $R_z = 4Ra$ dir. Tolerans $\% \square 15$ civarındadır.

Bu tip ampirik değerlere aşırı güven besleme gerektirmediğini unutmamalıyız. R_z (Ra) nın 7 katı da olabilir.



• Işık İnterferans Mikroskopları ile Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Düz ve eğimli yüzeyler üzerinde gölge hasil etme tekniğinin optik sisteminde uygun bir düzeltme yapılarak yüzey pürüzlülüğü ölçümünde de kullanmak mümkündür.

İnterferans gölge bantları sadece incelenen yüzey alanında görülür. Gölgenin sürekli her bakılan yüzeyde görülebimesi için kamera, büyütme sağlayan dönüştürücülerle ihtiyaç vardır.

Bu cihazlar yüksek kararlılığa sahip cihazlardır. Bu cihazlarla genişliği 0,5 μm olan çizik aralıkları kolaylıkla görülür. Elektriksel sivri uçlu cihazlarda kararlılık (2,5 μm ' nun altına düşer.

Işık interferans gölgeleri önce master üzerinde görülür. Daha sonra ölçülen yüzeyin gölgeleri kıyaslanır. Küresel nulmanlı yataklarn yüzey pürüzlülüğü bu metotla kontrol edilir.

Bu yöntemin avantajları;

- a. İncelenen kısımda yüzey karışık bile olsa detaylı görüntü elde edilir.
- b. Metot tahribatsızdır, yüzeyle direkt teması yoktur.
- c. Cihaz tekrar tekrar kalibreleme istemez.

• Yüzey Kopyalama ile Yüzey Değerlendirme

Bu yüzey pürüzlülüğü ölçüm metodu, parça çok büyük, yüzey cihaza sığmıyorsa düşünülür. Bu yöntemin esası, yüzey üzerine yumuşatılmış plastik parça basmak, numune çevresine duvar örerek veya bir halka geçirilerek sıvı plastiği dökmektir. Daha sonra uygun bir zaman sonra dökülen plastik kaldırılır. Yumuşatılmış plastikle %80, sıvı plastik dökme ile %100 doğruluk elde edilir.

Hatırlatma :

Bir sonraki dersimizde **Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü** ile ilgili deneysel çalışmalar yapılacaktır.

