

SİLİNDİRİK TAŞLAMADA HELİSEL KANALLI
TAŞLARIN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

Erhan KAYA

Yüksek Lisans Tezi

Makina Eğitimi Anabilim Dalı

Mayıs - 2007

SİLİNDİRİK TAŞLAMADA HELİSEL KANALLI TAŞLARIN
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

Erhan KAYA

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Makina Eğitimi Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Doç. Dr. Muammer GAVAS

Mayıs - 2007

KABUL ve ONAY SAYFASI

Erhan KAYA 'nın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı SİLİNDİRİK TAŞLAMADA HELİSEL KANALLI TAŞLARIN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

10/07/2007

(Sınav tarihi)

Üye : Doç.Dr. Muammer GAVAS

Üye : Yrd.Doç.Dr. İdris KAYNAK

Üye : Yrd.DoçDr. İsmet ÇELİK

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun 10/07/2007 gün ve 16/d sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr.M. Sabri ÖZYURT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

SİLİNDİRİK TAŞLAMADA HELİSEL KANALLI TAŞLARIN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

Erhan KAYA

Makina Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, 2007

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Muammer GAVAS

ÖZET

Talaşlı imalat sanayinde, yüzey pürüzlülüğünün istenilen değerlerde olması ve maliyetin en az seviyede olması istenmektedir. Taşlama işlemi, üretim sektöründe son işlem olarak nitelendirildiği için, iş parçasının ölçü tamlığı ve yüzey kalitesi büyük önem taşımaktadır. Taşlamanın, bir bitirme işlemi olması veya daha sonraki işlemlere, sağlıklı geçiş yapılabilmesi için parametrelerin iyi seçilmiş olması gerekmektedir. Bu çalışmada; dört farklı malzeme, düz yüzeyli taş ve helisel oluklu taş ile silindirik taşlama işlemine tabi tutulmaktadır. “Ortalama Pürüzlülük” (Ra), “Ortalama On Nokta Yüksekliği” (Rz) ve “Ortalamaların Karelerinin Toplamının Karekökü” (Rq) değerleri arasındaki bağlantılar değerlendirilerek. Taşlama parametreleri belirlenmiştir. Bu parametreler içinden, taş geometrisi dışındaki tüm değerler, sabit tutulmuştur. Düz yüzeyli zımpara taşı ve helisel oluklu zımpara taşı kullanılmıştır. Her iki zımpara taşı ile silindirik taşlama işlemleri yapılmıştır. Sonuçlar; yüzey pürüzlülük cihazından alınan çıktılar yardımıyla, değerlendirilmiştir. Deney neticesinde, düz yüzeyli zımpara taşına oranla, helisel oluklara sahip, zımpara taşının kullanılması ile yüzey kalitesinin arttığı belirlenmiştir. Yüzey pürüzlülük kalitesini belirleyen, parametrelerden birinde, zımpara taşının geometrik biçimi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Helisel Oluklu Zımpara Taşı, Silindirik Taşlama, Yüzey Kalitesi, Yüzey Pürüzlülüğü

THE EFFECT OF HELICAL GROOVED GRINDING WHEEL ON SURFACE ROUGHNESS IN CYLINDRICAL GRINDING

Erhan KAYA

Mechanical Education, Postgraduate Thesis, 2007

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muammer GAVAS

ABSTRACT

In manufacturing industry, surface roughness on the required level and minimum cost are very important. Since grinding process is regarded as the last process in manufacturing industry, measurement accuracy of working item has a great importance. Optimum selection of parameters is needed in order to call the grinding process as the last process or to pass to the later processes in a healthy way. In this study, four different materials are subjected to cylindrical grinding process via flat surfaced grinding wheel and helical grooved grinding wheel. Grinding wheel parameters are determined by evaluating the connections between “Average Roughness” (Ra), “Average Ten Points Height” (Rz) and “Square root of Aggregate of Squares of Averages” (Rq) values. Among these, all of the parameters, except for grinding wheel geometry, were held fixed. Flat surfaced grinding and helical grooved grinding were used. With both of the grindings, cylindrical grinding wheel processes were conducted. Results were evaluated by the help of data which had been taken from surface roughness measuring apparatus. As the result of experiment it was determined that surface quality increases by using grinding which has helical grooves in proportion to flat surfaced grinding. Therefore, one of the most important parameters affecting the quality of surface roughness is helical grooved grinding wheel.

Key Words: Helical Grooved Grinding Wheel, Cylindrical Grinding Wheel, Surface Quality, Surface Roughness.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmada bana yardımcı olan baőta danışman hocam Do. Dr. Muammer GAVAS'a, deneylerin yapımında tezgâh ve teçhizat imkanı sağlayan Arçelik A.Ő., Karcan Takım Bileme Fabrikasına, Tavőanlı Anadolu Meslek Lisesi Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Makine Teknolojisi Bölümüne ve emeği geçen herkese teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. TALKAŞ KALDIRMA VE TAKIM TEZGAHLARI	1
1.1. Talaş Kaldırma Yöntemleri.....	1
1.1.1. Talaş kaldırma yöntemlerinin sistematığı.....	1
1.1.1.1. Talaş kaldırma işlemi.....	2
1.1.1.2. Kesici ucun geometrisi.....	2
1.1.1.3. Takımların kesici uç sayısı.....	3
1.2. Yüzeylerin Maliyeti.....	3
2. TAŞLAMA.....	4
2.1. Tanımı ve Taşlamanın Endüstrideki Önemi.....	4
2.2. Taşlama İşleminde Talaş Kaldırma Olayı.....	4
2.3. Taşlama Çeşitleri.....	5
2.3.1. Silindirik dış yüzey taşlama.....	6
3. ZIMPARA TAŞLARI.....	7
3.1. Zımpara Taşlarının Sınıflandırılması.....	7
3.1.1. Zımpara taşlarının taş cinsine göre sınıflandırılması.....	8
3.1.2. Zımpara taşlarının birleştirme maddelerine göre sınıflandırılması.....	9

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2. Zımpara Taşlarının Renkleri.....	11
3.2.1. Taşlarının etiket renkleri.....	11
3.2.2. Taşların şerit renkleri.....	11
3.3. Zımpara Taşlarının Tane Büyüklüğü.....	12
3.4. Zımpara Taşlarının Sertliği.....	13
3.5. Zımpara Taşlarının Dokusu	14
3.6. Zımpara Taşlarının Markalanması.....	15
3.7. Zımpara Taşlarının Seçimi.....	16
4. YÜZEY KALİTESİ VE TAŞLAMA.....	19
4.1. Pürüzlülüğün Sınıflandırılması.....	19
4.2. Yüzey Kalitesinin Sayısal Olarak Karşılaştırılabilirliği.....	19
4.2.1 Ortalama çizgi sistemi.....	20
4.2.2. Zarf sistemi.....	20
4.3. Yüzey Kalitesinin Belirlemede Esas Alınan Sayısal Değerler ve Terimler.....	21
4.3.1. Maksimum profil yüksekliği.....	22
4.3.2. Profil sapmalarının aritmetik ortalaması.....	22
4.3.3. Profil tepesinin maksimum yüksekliği.....	23
4.3.4. Profil tepesinin maksimum çukur derinliği.....	23
4.3.5. Ortalama on noktanın yüksekliği.....	23
4.3.6. Ortalamaların kareleri toplamının karekökü.....	24
4.3.7. Örnekleme uzunluk.....	24
4.4. Milli Standartlar.....	24
4.5. Pürüzlülük Değeri.....	25
4.6. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Metotları.....	26
4.6.1. İzleyici uçlu cihazlar metodu.....	27
4.7. Yüzey Kalitesi.....	28

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
5. TAŞLAMA İŞLEMİNDE MEYADANA GELEN HATALAR.....	30
5.1. Taşlama İşleminde Oluşabilecek Genel Hatalar.....	30
5.1.1. Kullanıcının hataları ve teknolojik bilgileri.....	30
5.1.2. Taşlama işleminde iş parçasından kaynaklı hatalar.....	31
5.1.3. Zımpara taşı imalat hataları.....	31
5.2. Otlama.....	31
5.2.1 Otlamanın nedenleri.....	31
6. TAŞLAMA VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	33
6.1. Taşlamada Parametrelerin Etkisi.....	33
6.1.1. Taşlama işleminde kullanılacak aşındırıcıların ve birleştirme maddelerinin etkisi.....	33
6.1.2. Taşlama işleminde talaş kaldırma mekaniği.....	34
6.1.3. Taşlama işleminde bilemenin etkisi.....	37
6.1.4. Taşlama kuvvetleri ve işleme parametreleri arasındaki ilişki.....	38
6.2. Silindirik taşlamada taşlama parametreleriyle yüzey pürüzlülüğü ve taşlama oranı arasındaki ilişki.....	39
6.2.1. Taşlama sonuçların etkileyen faktörlerin gruplanması.....	39
6.2.1.1. Yuvarlaklık kusurunun yüzey pürüzlülüğüne etkileri.....	45
6.2.2. Taşlama işleminde otlamanın gerçekleşmesi.....	46
7. MALZEME VE METOD.....	49
7.1. Malzeme.....	49
7.1.1. Malzeme seçimi.....	49
7.1.2. Malzeme sertlikleri.....	49
7.1.3. Kimyasal analizler.....	49
7.1.4. Numunelerin hazırlanması.....	51
7.2. Zımpara Taşı Özellikleri.....	52

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
7.2.1. Aşındırıcı malzeme seçimi.....	52
7.2.2. Taş tane büyüklüğü seçimi.....	53
7.2.3. Taş tane dokusunun seçimi.....	53
7.2.4. Taşın birleştirme maddesinin seçimi.....	53
7.2.5. Taş sertliği seçim.....	54
7.2.6. İşin ilerlemesi.....	54
7.2.7. Talaş derinliği.....	54
7.2.8. Taş bileme oranı.....	55
7.2.9. Çevresel hız oranı.....	56
7.2.10. İş parçasının devir sayısı.....	57
7.2.11. Taşlama süresi ve taş bileme süresi.....	57
7.3. Deneyin Yapılışı.....	57
7.3.1. Düz zımpara taşı ile taşlama işlemi.....	58
7.3.2. Helisel kanallı zımpara taşı ile taşlama işlemi.....	59
7.3.3. Yüzey pürüzlülük ölçümü.....	60
7.3.3.1. Pürüzlülük ölçüm metodu.....	60
7.3.3.2. Yüzey pürüzlülük ölçüm uygulaması.....	61
7.4. Helisel Kanallı Taşın Yapılışı.....	64
8. BULGULAR.....	67
8.1. Değerlendirmeler.....	84
8.2. Sonuçlar.....	86
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Yüzey pürüzlülüğü ve imalat maliyeti.....	3
Şekil 2.1. Zımpara taşının tane açıları.....	5
Şekil 2.2. Zımpara taşının aşındırma (kesme) etkisi.....	5
Şekil 2.3. Silindirik dış yüzey taşlama.....	6
Şekil 3.1. Aşındırıcı kristallerinin değişik yapısal konuları.....	8
Şekil 3.2. Taş dokuları a) Seyrek doku b) Sık doku.....	14
Şekil 3.3. Zımpara taşının standart markalanması.....	15
Şekil 4.1. Pürüzlülük eğrisi.....	19
Şekil 4.2. Ortalama çizgi konumunun belirlenmesi.....	20
Şekil 4.3. Zarf eğrisinin elde edilişi.....	21
Şekil 4.4. Ortalama zarf eğrisi.....	21
Şekil 4.5. Yüzey kalitesi için sayılar değerler ve terimler.....	22
Şekil 4.6. Ortalama on nokta yüksekliği.....	24
Şekil 4.7. Yüzey pürüzlülük cihazı.....	27
Şekil 4.8. Küresel uçlu izleyici.....	28
Şekil 6.1. Talaş oluşumunun üç aşaması.....	36
Şekil 6.2. Taşlamada talaş oluşum modeli.....	36
Şekil 6.3. Hassas taşlamada takım aşınmasının kaldırılan talaş miktarı ile ilişkisi.....	37
Şekil 6.4. F_n ve T kuvvetinin etki yerleri.....	41
Şekil 6.5. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (R_a)'nın tane büyüklüğü ile ilişkisi.....	42
Şekil 6.6. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (R_a)'nın taş sertliği ile ilişkisi.....	43
Şekil 6.7. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (R_a)'nın taş dokusu ile ilişkisi.....	43
Şekil 6.8. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (R_a)'nın iş ilerlemesi ile ilişkisi.....	44
Şekil 6.9. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (R_a)'nın talaş derinliği ile ilişkisi.....	44
Şekil 6.10. Yuvarlaklık kusuru.....	46
Şekil 6.11. Taşlama işleminde otlama olayının meydana gelmesi , a) Otlama sinyalinin meydana geldiği taşlama, b) Otlama sinyalinin meydana gelmediği taşlama.....	47

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 6.12. Taşlama işleminde otlama olayının grafiksel çıktısı, a) Otlamanın olduğu taşlamanın grafiği, b) Otlamanın olmadığı taşlamanın grafiği.....	48
Şekil 7.1. Numune parçalarının teknik resmi.....	51
Şekil 7.2. Tüm numune parçalarının taşlanmadan önceki fotoğrafı.....	52
Şekil 7.3. Düz yüzeyli zımpara taşı ile bir numunenin taşlanması.....	58
Şekil 7.4. Düz yüzeyli zımpara taşının elmas ile bilenmesi.....	59
Şekil 7.5. Deneyde kullanılan-A- Düz zımpara taşı –B- Helisel kanallı zımpara taşı.....	60
Şekil 7.6. İzleyici uçlu Surfrest SJ-301 pürüzlülük cihazının ölçme prensibi.....	61
Şekil 7.7. Ölçülen değerlendirme uzunluğu (Ld) ve kesici noktanın uzunluğu (Ln).	62
Şekil 7.8. Numune parçasının ölçüm uzunlukları.....	63
Şekil 7.9. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yüzeyleri.....	63
Şekil 7.10. Yuvarlaklık kusurları ölçüm eksenleri.....	64
Şekil 7.11. Zımpara taşına helisel kanal açılması işlemi.....	65
Şekil 7.12. Helisel kanallı zımpara taşı.....	65
Şekil 7.13. Zımpara taşımızın sahip olduğu helis açısı görülmektedir.....	66
Şekil 7.14. Helisel kanallı taşın teknik resmi.....	66
Şekil 7.15. Düz yüzeyli zımpara taşı ile pirinç malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri....	68
Şekil 7.16. Düz yüzeyli taş ile pirinç malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri..	69
Şekil 7.17. Helisel kanallı zımpara taşı ile pirinç malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri...	70
Şekil 7.18. Helisel kanallı taş ile pirinç malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.....	71
Şekil 7.19. Düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç1010 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri....	72
Şekil 7.20. Düz yüzeyli taş ile pirinç malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri..	73
Şekil 7.21. Helisel kanallı zımpara taşı ile Ç1010 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri..	74
Şekil 7.22. Helisel kanallı taş ile Ç1010 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.....	75
Şekil 7.23. Düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç1040 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri....	76
Şekil 7.24. Düz yüzeyli taş ile Ç1040 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.....	77
Şekil 7.25. Helisel kanallı zımpara taşı ile Ç1010 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri..	78

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 7.26. Helisel kanallı taş ile Ç1040 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.....	79
Şekil 7.27. Düz yüzeyle zımpara taşı ile Ç2080 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri...	80
Şekil 7.28. Düz yüzeyle taş ile Ç2080 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.....	81
Şekil 7.29. Helisel kanallı zımpara taşı ile Ç2080 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri..	82
Şekil 7.30. Helisel kanallı taş ile Ç2080 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.....	83
Şekil 8.1. Pirinç malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.....	84
Şekil 8.2. Ç1010 malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.....	85
Şekil 8.3. Ç1040 malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.....	85
Şekil 8.4. Ç2080 malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Aşındırıcı malzemelerin sertlik derecesi ve işaretleri.....	9
Çizelge 3.2 Birleştirme malzemelerinin adları ve TSE ile DIN standartlarında sembolleri..	10
Çizelge 3.3. Zımpara taşlarının taş cinsine göre etiket renkleri.....	11
Çizelge 3.4. Standart tane büyüklükleri (TSE 291, DIN 69100).....	12
Çizelge 3.5. Zımpara taşı sertlikleri (TSE 291, DIN 69100).....	14
Çizelge 3.6 Zımpara taşı dokuları.....	14
Çizelge 4.1. Yüzey kalitesi değerlendirmede kullanılan milli standartlar.....	25
Çizelge 4.2. Ra, Rz 'nin μm cinsinden değerleri ($1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$).....	26
Çizelge 4.3. Bazı makine parçalarının istenilen Ra yüzey pürüzlülük değerleri.....	29
Çizelge 6.1. Taşlamada taneye etki eden kuvvetler.....	41
Çizelge 7.1. Pirinç malzeme için kimyasal analiz değerleri.....	50
Çizelge 7.2. Ç1010 malzeme için kimyasal analiz değerleri.....	50
Çizelge 7.3. Ç1040 malzeme için kimyasal analiz değerleri.....	50
Çizelge 7.4. Ç2080 malzeme için kimyasal analiz değerleri.....	51
Çizelge 7.5. Deney taşlarının bileme derinlikleri ve adımları.....	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
μm	Mikron
γ	Talaş açısı, (°).
β	Kama açısı, (°).
α	Boşluk açısı, (°).
Ra	Ortalama Pürüzlülük, μm .
Rq	Ortalamaların Karelerinin Toplamının Karekökü, μm .
Rz	Ortalama On Nokta Yüksekliği, μm .
Rt, Ry	Maksimum profil yüksekliği, μm .
Rp	Profil tepesinin maksimum yüksekliği, μm .
Rm	Profil tepesinin maksimum çukur yüksekliği, μm .
Ry, Rmax	Maksimum profil yüksekliği, μm .
L, Ln	Standart örnekleme boyu, mm.
IT	Tolerans kalitesi
T	En üst tepe nokta
A	Korund
C	Silisyum karpit
CBS	Bor karpit
BN	Bornitrit
D	Elmas
V	Seramik
S	Silikat
Mg	Magnezit
B	Bakalit
R	Kauçuk
E	Zarf sistemi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
“	Inch (parmak) ölçü birimi
M	Ortalama çizgi sistemi
li	İş ilerlemesi, mm/dev.
tad	Talaş derinliği, mm.
G	Taşlama oranı
ttb	Taş tane büyüklüğü
ts	Taş sertliği
td	Taş dokusu

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
T.S.E.	Türk Standartları Enstitüsü
D.I.N.	Alman Endüstri Normu
H.R.B.	Rockwell sertlik ölçme, çelik bilye ile,

1. TALAŞ KALDIRMA VE TAKIM TEZGÂHLARI

Ham madde halinde bulunan herhangi bir malzemeyi, belirli bir şekle dönüştürme işlemine imalat denir. İmalat, insan ve hayvan gücü kullanılarak ilkel yöntemlerle veya mekanik enerji kullanılarak makineler ile yapılabilir. Çoğunlukla makinelerin kullanıldığı imalat sistemine sanayi denilir. İmalatın hedefi; olan ürün, üretim araçları ile gerçekleştirilmektedir. Çok geniş bir anlamda bütün üretim araçlarına takım tezgâhı denir. Ancak genel anlamda metal, plastik ahşap ve taş gibi malzemeleri işleyen ve bu tür malzemelere belirli istenilen bir şekil veren, üretim araçlarına takım tezgâhı denir. Takım tezgâhları en yaygın olarak metalik malzemeleri işleyen takım tezgâhlarıdır [1].

Herhangi bir imalat, şekil değişimine uğrayan malzemenin yanı sıra, imalat yöntemi, takım ve tezgâh olmak üzere üç etkenin yardımı ile gerçekleşir.

- İmalat yöntemi; ham maddeye şekil vermek için uygulanan fiziksel faaliyettir.
- Takım; imalat işlemini gerçekleştiren elemandır.
- Tezgâh; imalat yöntemini gerçekleştirmek için hammaddeye ve takıma gereken hareketleri sağlayan makinelerdir.

Günümüzde teknolojik gelişmeler sonucunda, bu konular kendi başlarına birer bilim dalı olmuştur, bunlar; İmalat Yöntemleri, Takım Konstrüksiyonu ve Tezgâh Konstrüksiyonudur.

İmalat yöntemleri; mekanik yöntemler ve fiziksel-kimyasal yöntemler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Bunlardan günümüz teknolojik gelişiminde en önemli olan Mekanik İmalat Yöntemleri iki grupta incelenmektedir. Bunlar;

- Talaşlı İmalat Yöntemi
- Talaşsız İmalat Yöntemi'dir [2].

1.1. Talaş Kaldırma Yöntemleri

1.1.1. Talaş kaldırma yöntemlerinin sistematığı

Talaş kaldırma, ucu (ağzı) keskin bir takımla parça üzerinden malzeme kaldırma işlemidir. Bu şekilde kaldırılan malzemeye talaş denir [2].

Talaş kaldırma yöntemlerinin sistematığı, takım ile parça arasındaki izafi hareketlere, takım ucunun geometrisine ve takımların kesici uç sayılarına göre yapılabilir.

1.1.1.3. Talaş kaldırma işlemi

Takım ile parça arasındaki izafi hareketlerin bir sonucudur. Takım ile parça arasında kesme (veya ana), ilerleme (veya avans), ve yardımcı (veya ayar) olmak üzere üç tür hareket vardır.

İlerleme hareketi; parçanın uzunluğu veya genişli boyunca belirli bir kısmının işlenmesini sağlayan harekettir.

Yardımcı hareketler ise, takımın paçaya yaklaşma hareketi, ilerleme hareketi bittikten sonra takımı başlangıç noktasına geri getirme gibi çeşitli ayar hareketlerini kapsar. Genelde kesme hareketi dönme ve doğrusal, ilerleme ve yardımcı hareketler ise doğrusal hareketlerdir [2].

Bu hareketlerin parça veya takım tarafından yapılması, çeşitli talaş kaldırma yöntemlerini meydana getirir. Bunlar;

- 1- Tornalama
- 2- Frezeleme
- 3- Delme
- 4- Planyalama- Vargelleme
- 5- Taşlama
- 6- Vida Açma
- 7- Diş Açma
- 8- Broşlama

1.1.1.2. Kesici ucun geometrisi

Talaş kaldırma işlemleri, kesici ucun geometrisi belli olan ve kesici ucun geometrisi belli olmayan olmak üzere iki gruba ayrılır.

- 1- Kesici ucun geometrisi belli olanlar; tornalama, frezeleme, delme, planyalama-vargellemedir.
- 2- Kesici ucun geometrisi belli olmayanlar; taşlama, honlama, leplemedir.

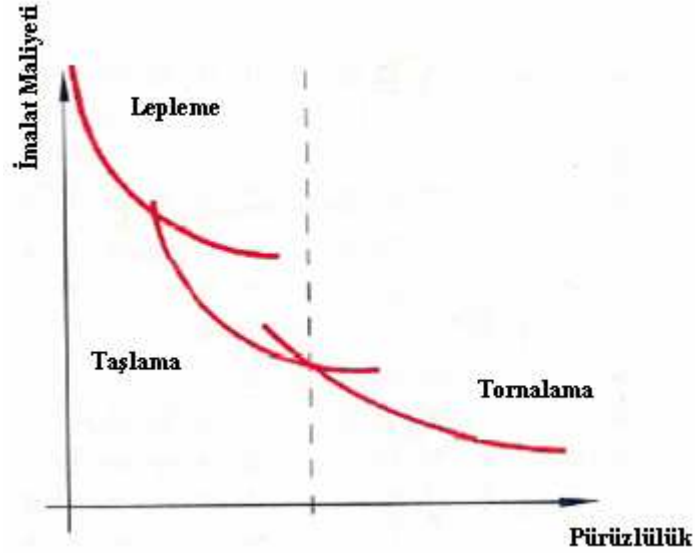
1.1.1.3. Takımların kesici uç sayıları

Talaş kaldırma işlemleri; tornalama ve planya-vargelleme de olduğu gibi, tek uçlu takımlarla, delik delmede olduğu gibi, iki uçlu takımlarla veya frezeleme, raybalama ve

broşlama da olduğu gibi çok uçlu takımlarla yapılabilir. Genellikle kesici uç sayısı çoğaldıkça işlemin üretkenliği artar [2].

1.2. Yüzeylerin Maliyeti

İmalat sanayinde iş parçalarının yüzey kaliteleri; çalışma ortamlarındaki görevlerini yapmaları için, uygun olan en ideal pürüzlülük değeri ve bu değerin en az maliyetle elde edilmesi hedeflenmektedir. Bu sebepten, iş parçasının üretim metodu, zamanı ve maliyeti büyük önem kazanmaktadır. Taşlama son işlem olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü ile maliyet arasında ters bir ilişki vardır. Bu ilişki Şekil 1.1 'de görülmektedir.



Şekil 1.1. Yüzey pürüzlülüğü ve imalat maliyeti.

2. TAŞLAMA

2.1. Tanımı ve Taşlamanın Endüstrideki Önemi

İş parçasından daha sert, biçimi ve dağılımı düzensiz tanelerden oluşan, değişik boyut tipteki taşların, mekanik hareketleriyle, iş parçasından talaş kaldırma olayına taşlama denir.

Hem yüzey kalitesinin, hem de ölçü tamlığının aynı iş üzerinde ve bir arada elde edildiği bir işlemdir. Genellikle bitirme işlemi olarak kullanılır.

Taşlama işlemi sonucunda 0,01 mm ile 0,002 mm arasında ölçü tamlığı ve 6,3 µm ile 0,05 µm ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) elde etmek mümkündür [3].

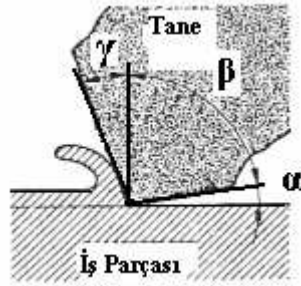
Taşlamacılık, iş parçası yüzeylerinde yüksek ölçü tamlığı ve iyi bir yüzey pürüzlülüğü kalitesi sağlaması yönünden endüstride büyük önem taşır. Hassas makine parçalarının üretimi, öncelikle çeşitli takım tezgâhlarında işlenerek belirli bir ölçüye getirilir; sonra tamamlama işlemi olarak, taşlama işlemi yapılarak gerçekleştirilir.

Taşlamanın, endüstriyel üretimde sağladığı üstünlükler şunlardır:

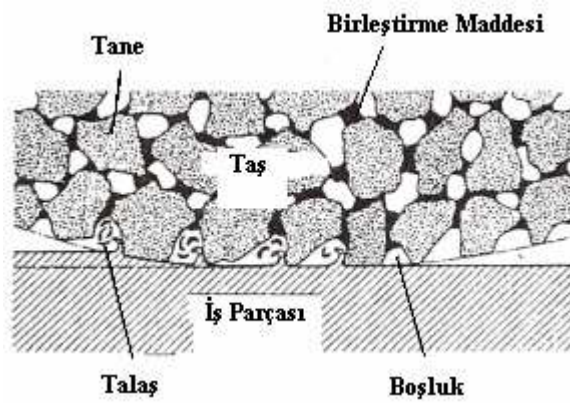
1. Yüksek ölçü tamlığı
2. Üstün yüzey kalitesi
3. Sertleştirilmiş paçaların işlenebilmesi
4. Birlikte çalışacak parçaların alıştırılması kolaylığı
5. Diğer takım tezgâhlarında işlenemeyen parçaların işlenebilmesi
6. Üretimde serilik
7. Alet ve takım bileme vb.

2.2. Taşlama İşleminde Talaş Kaldırma Olayı

Tüm kesici aletlerde olduğu gibi taşın kesici tanesinde de talaş açısı (γ), kama açısı (β) ve boşluk açısı (α) bulunmaktadır. Şekil 2.1. 'de görüldüğü gibi zımpara taşının tane açıları bulunmaktadır. Taneler iş parçası üzerinden talaş kaldırır. Çıkan talaşlar taşın boşluklarını (gözeneklerini) tam doldurmadan, tanelerin kopması ile yeni taneler ortaya çıkarlar ve taşlama böylelikle gerçekleşir. Şekil 2.2. 'de zımpara taşının aşındırma etkisi görülmektedir. Taşlama sırasında ısınan talaşlar macunlaşarak gözenekleri dolduracaklardır. Ancak iş parçası ile birlikte taş da aşınacağından ve bileme işlemi ile gözenekleri boş olan noktalarda yeni taneler çıkararak, talaş kaldırma işlemi süreklilik kazanmaktadır [4].



Şekil 2.1. Zımpara taşının tane açıları.



Şekil 2.2. Zımpara taşının aşındırma (kesme) etkisi.

2.3. Taşlama Çeşitleri

Taşlama işlemleri, işin biçimine ve taş ile işin bağlı hareketlerine göre adlandırılır. Bunlar:

1. Silindirik Taşlama,
 - a. Dış Yüzey,
 - b. İç Yüzey,
2. Konik Taşlama,
3. Krank Taşlama,
4. Puntasız Taşlama,
 - c. Dış Yüzey,
 - d. İç Yüzey,
5. Düzlem Taşlama,
6. Dalma Taşlama,

- e. Dış Yüzey,
- f. İç Yüzey,
- 7. Profil Taşlama,
 - g. Özel Profiller,
 - h. Vida,
 - i. Dişli Çark,
- 8. Elektro Kimyasal Taşlama,

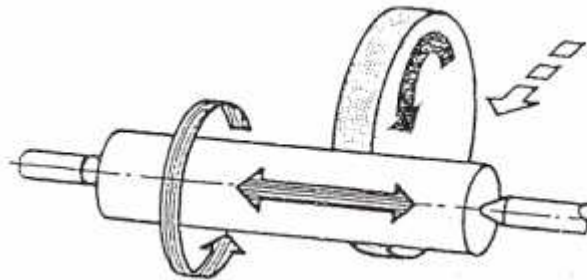
2.3.1. Silindirik dış yüzey taşlama

Deneyde; silindirik dış yüzey taşlama uygulaması yapılmasından, dolayı silindirik dış yüzey taşlama işlemi açıklanmıştır.

Silindirik iş parçalarının dış yüzeylerinin taşlanmasıdır. Bir eksen etrafında dönen iş parçası yüzeyinden, yine dönen bir taş yardımıyla talaş kaldırılarak yapılmaktadır. Taş başlığı iş parçası eksenine dik yönde hareket edecek şekilde yapıldığı gibi çok büyük tezgâhlarda taş başlığı, iş üzerinde aksel olarak hareket edecek şekilde yapılabilir. Kesme çizgisi üzerinde taş ve iş parçasının yönleri zıt olmalıdır. Taş, iş eksenine paralel olarak veya iş, tabla ile birlikte taşın dönme eksenine paralel olarak hareket eder ve talaş kaldırma olayı gerçekleşir [3].

Silindirik taşlamada iş parçasının kendi eksenine paralel dönmesi sağlanmalıdır. Bunu sağlamak içinde; doğru bir bağlama yapılmalıdır. İş parçası iki punta arasında taşlanabildiği gibi üç ayaklı ayna veya sıkma pensi yardımıyla da taşlama işlemi yapılabilmektedir. Şekil 2.3'te silindirik dış yüzey taşlamada taş ve iş parçasının hareketleri ok yönlerinde gösterilmektedir. Silindirik taşlama işleminde; temel olarak iki ana talaş kaldırma yöntemi vardır. Bunlar;

1. İş parçası ve taşın aynı yönde dönmesi ile talaş kaldırma, (aynı yönlü talaş kaldırma)
2. İş parçası ve taşın zıt yönde dönmesi ile talaş kaldırma, (zıt yönlü talaş kaldırma)



Şekil 2.3. Silindirik dış yüzey taşlama.

3. ZIMPARA TAŞLARI

3.1. Zımpara Taşlarının Sınıflandırılması

Aşındırıcı taş tanelerinin, birleştirici maddelerle istenilen biçimde tutulmasından oluşan kesici aletlere zımpara taşı denilmektedir.

Zımpara taşları, bir takım özellikleri göz önünde tutularak, değişik sınıflandırmaları yapılmaktadır. Bu özellikler şunlardır; aşındırıcı maddeleri, birleştirme maddeleri, renkleri, tane büyüklükleri, biçimsel şekil ve büyüklükleri, sertlikleri ve dokularındır.

Alüminyum Oksit (Korund) taşlar; Dr. Edward Acheson, Alüminyum Oksit (Al_2O_3) aşındırıcı kristaller üzerinde araştırma yapmıştır. Ampere Electro- Chemical Co 'de aynı konu üzerinde çalışmalarda bulunmuşlardır. Charles B. Jacobs ilk kez alüminyum oksidin ham maddesi olan boksiti, elektrik ark fırınında ergiterek, cam gibi alüminyum oksit kristallerini elde edilmesini başarmıştır. Boksit ile az miktarda kok ve hurda demir oksit katılarak elektrik fırınlarında $2000^{\circ}C$ civarında ergitildi. Karışım içerisindeki kok, ergimiş haldeki maddenin akışkanlığını, demir ise silis maddelerle birlikte dibe çökmesini sağlamaktadır. Böylelikle ergimiş haldeki maddenin üst yüzeyine saf alüminyum oksit toplanır. Fırın içerisinde, aşındırıcı olarak kullanılmak üzere soğutulan alüminyum oksit %95'i Korund ve diğer %5' ise silis, demir oksit ve titanyumdur [5].

Son yıllarda elektrik fırınlarında elde edilen alüminyum oksit ergiyiği içerisinde, silisyum oksit SiO_2 ve titan oksit TiO_2 ilave edilerek alüminyum oksit oranı %99,5'e kadar çıkartılmıştır. Böylelikle alüminyum oksit taşların üretimi artmıştır. Alüminyum oksit zımpara taşlarını, dört ana grupta incelemek mümkün olacaktır [5].

1. Saf Korund (EK)
2. Yarı Saf Korund (HK)
3. Normal Korund (NK)
4. Siyah Korund (KS)

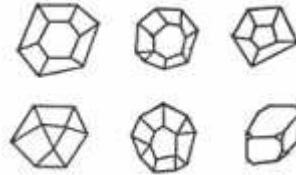
3.1.1. Zımpara taşlarının taş cinsine göre sınıflandırılması

Aşındırıcı maddeler elde edilmiş yöntemlerine göre iki ana grupta incelenir, bunlar;

1. Doğal zımpara taşları,
 - a. Doğal korund,
 - b. Kuvars,
 - c. Elmas,

- d. Diğer doğal zımpara taşlar,
2. Yapay zımpara taşları,
- a. Silisyum karpit (karborundum),
- b. Alüminyum oksit (korund),
- Saf korund,
 - Yarı saf korund,
 - Normal korund,
 - Siyah korund,
- c. Elmas zımpara taşları,
- d. Bornitrit (borazon) zımpara taşları,
- e. Elmas,
- f. Diğer yapay zımpara taşları,
- Berilyum oksit zımpara taşları,
 - Bor karpit zımpara taşları

Aşındırıcı maddelerin değişik yapısal konumları mevcuttur. Bu konumlar Şekil 3.1'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Aşındırıcı kristallerinin değişik yapısal konuları.

Aşındırıcı malzemelerin en önemli özellikleri ise sertlikleridir. Aşındırıcı malzemenin sertlik derecesi, taşın kesme kalitesini belirleyen en önemli unsurlardan biridir. Bunun yanında kesme sırasında, dayanabileceği sıcaklık derecesi de diğer önemli unsurdur. Aşağıdaki, çizelge 3.1'de bazı aşındırıcı malzemelerin sertlik dereceleri, işaretleri ve kullanım alanları görülmektedir [4].

Çizelge 3.1. Aşındırıcı malzemelerin sertlik derecesi ve işaretleri.

Taş Cinsi	İşareti	Taş Sertliği		Kullanım
		Mohs	Knoop	
Normal Korund (Al ₂ O ₃)	A	9	1600...2100	Çelik, çelik döküm, temper döküm, vb. sert malzemeler
Yarı Saf Korund (Al ₂ O ₃)	A			
Saf Korund (Al ₂ O ₃)	A	9...9,2	2100	
Silisyum Karpit (SiC)	C	9,5...9,7	2480	Hafif metaller, kompozitler, az dayanıklı malzemeler veya sert metal, sert döküm, cam seramik
Bor Karpit (B ₄ C)	CBS	-	2550	Çelik, sert metal, seramik gibi çok sert malzemelerin ince taşlanması
Bornitrit (BN)	CBN	-	4700	
Elmas (C)	D	10	7000	

3.1.2. Zımpara taşlarının birleştirme maddelerine göre sınıflandırılması

Zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı taneleri, bir arada tutabilmek için birleştirme aracına ihtiyaç vardır. Birleştirme malzemeleri iki ana grupta toplanmıştır. Bu birleştirme maddeleri şunlardır;

1. İnorganik birleştirme maddeleri,
 - a. Seramik birleştirme maddesi,
 - b. Silikat birleştirme maddesi,
 - c. Oksi-klorit (Magnezit) birleştirme maddesi,
2. Organik birleştirme maddeleri,
 - a. Bakalit,
 - b. Kauçuk,
 - c. Şellak,
 - d. Güçlendirilmiş bakalit,
 - e. Güçlendirilmiş kauçuk,

Birleştirme araçları belirli bir standart sembollerle ifade edilmektedirler. Birleştirme malzemelerinin adları ve değişik standartlara göre sembolleri, aşağıdaki Çizelge 3.2'de gösterilmiştir [4].

Genel olarak birleştirme maddeleri, özellikleri ve kullanım alanları aşağıdaki gibidir.

- Seramik (Ceramic) (V): Yüksek sertlikte seyrek gözenekli birleştirme maddesidir. Darbelere duyarlı ve gevrek, kuru ve ıslak taşlamaya uygun olmasından dolayı en çok kullanılan birleştirme maddesidir.
- Silikat (S): Düşük sertlikte sık gözenekli birleştirme, ıslak taşlamaya uygun birleştirme maddesidir.
- Magnezit (Mg): Neme duyarlı, kuru ve hassas taşlamaya çok uygun bir birleştirme maddesidir.
- Bakalit (B) ve Güçlendirilmiş bakalit (BF): Yüksek sertlikte ve elastikiyette birleştirme maddesidir. Yüksek kesme hızı ile çalışmaya uygun ve çok kullanılan bir birleştirme maddesidir.
- Kauçuk (R) ve Güçlendirilmiş kauçuk (RF): Yüksek hızda kuru ve ıslak taşlamaya uygun birleştirme maddesidir. Isıya duyarlı, ince ve profilli yüzeylerin taşlanması için kullanılır. Ancak taşlama gücü düşüktür.
- Şellak (E): İnce ve hassas yüzeylerin taşlanması için uygun olan birleştirici bir maddedir [3].

Çizelge 3.2 Birleştirme malzemelerinin adları ve TSE ile DIN standartlarında sembolleri.

Birleştirme Malzemesinin Cinsi	Standartlar	
	TSE	DIN
İnorganik birleştirme malzemeleri		
a. Seramik birleştirme malzemesi	V	Ke
b. Silikat birleştirme malzemesi	S	Si
c. Oksi-klorit (Magnezit) birleştirme malzemesi	Mg – (O)	Mg
Organik birleştirme malzemeleri		
a. Bakalit	B – (Ba)	Ba
b. Kauçuk	R	Gu
c. Şellak	E	Nh
d. Güçlendirilmiş bakalit	BF	BF
e. Güçlendirilmiş kauçuk	RF	RF

3.2. Zımpara Taşlarının Renkleri

Zımpara taşı imalatçıları, taşların ölçü ve biçimlerinde olduğu gibi renklerinde de belirli standartlar belirlemişlerdir. Zımpara taşlarını üzerine, cinslerini belirlemek amacı ile renk etiketleri yapıştırılır. Etiket renkleri, taşın cinsine göre değişmektedir. Taşın rengi ile etiket rengi farklı şeylerdir. Birde taşların şerit renkleri vardır.

3.2.1. Taşların etiket renkleri

Zımpara taşları standartlarında taşların üzerine renkli etiket yapıştırılır, amaç taşın cinsini belirlemektir. Etiket renkleri taşın cinsini açıklayan bir anlama sahiptir. Çizelge 3.3'te zımpara taşlarının renkleri, taşın cinsi, etiket rengi, dayanabileceği sıcaklık ve DIN standartları ile ifadesi gösterilmiştir [4].

Çizelge 3.3. Zımpara taşlarının taş cinsine göre etiket renkleri.

Taşların Cinsi	Taş Rengi	Etiket Rengi	DIN 69100	Dayanabileceği sıcaklık °C
Doğal Korund	Sarı	-	KO	-
Normal Korund	Gri-Kahverengi	Kahverengi	NK	-
Yarı Saf Korund	Sarı-Kahverengi	Sarı	HK	-
Saf Korund	Beyaz-Pembe	Kırmızı	EK	1700-1800
Siyah Korund	Siyah- Koyu Kahverengi	-	KS	-
Silisyum Karpit	Açık Yeşil- Siyah	Yeşil	SIC	1300-1400
Bor Karpit	Siyah-Gri	-	BC	700-800
Bornitrit	Mor	-	CBN	1200
Berilyum Oksit	Beyaz-Gri	-	BeO	-
Elmas	Sarı, Mavi, Yeşil, Siyah	-	SD	700-800

3.2.2. Taşların şerit renkleri

Günümüzde üretilen taşlarda, taşların birleştirme maddelerine göre ve yüksek çevre hızlarına göre taşların etiketleri üzerinde şeritler kullanılır. Birleştirme maddesi içerisinde, kurşunlu sentetik reçine vb. sağlığa zararlı maddeler varsa, taş üzerine üçgen biçimli uyarıcı

etiket yapıştırılır. Günümüzde kullanılan zımpara taşlarında, kullanılan renkli şeritleri aşağıdaki gibidir [4].

1. Mineral birleştirme maddeli taşlarda, sol üstten sağ aşağıya doğru 15 mm genişliğinde diyagonal beyaz şerit kullanılır.

2. Yüksek kesme hızında çalışabilecek taşlar için sağ üstten sol aşağıya doğru 15 mm genişliğinde diyagonal şerit kullanılır.

Mavi renk : 45 m/s kesme hızı için,

Sarı renk : 60 m/s kesme hızı için,

Kırmızı renk : 80 m/s kesme hızı için,

Yeşil renk : 100 m/s kesme hızı için,

3.3. Zımpara Taşlarının Tane Büyüklüğü

Zımpara taşlarını oluşturan değişik ölçü ve biçimdeki aşındırıcı kristal parçacıklara tane denir. Bu tanelerin boyutlarını belirleyen değerlere ölçü denir. Aşındırıcı bloklar, özel değirmenlerde öğütülerek standart ölçüleri belirten eleklerden geçirilir. Böylelikle taneler sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, 1" uzunluğundaki kare delik sayısı eleklerle göre yapılır. Örneğin bir eleğin 1" uzunluğundaki (dizili kare biçimli) delik sayısı 120 ise bu elekten elenen tanelerin sayısı 120 ve bu tanelerle elde edilen zımpara taşına da tane büyüklüğü 120 olan zımpara taşı denir [4].

Tane büyüklüğü 240–250 'den daha büyük aşındırıcı taneler, hidrolik akışkanlarla ve tortu birikmesi yoluyla ayrılırlar ve hava akımı yardımıyla sınıflandırılırlar. Çizelge 3.4 'de 1" uzunluğundaki delik sayılarına göre standart tane büyüklükleri gösterilmiştir. Taneler çok kaba, kaba, orta, ince, çok ince ve toz olarak genel bir sınıflandırma ile değerlendirilmektedir.

Çizelge 3.4. Standart tane büyüklükleri (TSE 291, DIN 69100).

Çok Kaba	Kaba	Orta	İnce	Çok İnce	Toz
6	14	30	70	150	320
8	16	36	80	180	400
10	20	46	90	220	500
12	24	54	100	240	600
-	-	60	120	280	800
-	-	-	-	-	1000
-	-	-	-	-	1200

3.4. Zımpara Taşlarının Sertliği

Zımpara taşlarını oluşturan tanelerin taş üzerinden sökülebilmeye özelliğine veya taneleri birleştiren birleştirme maddesinin taneleri bırakıp bırakmama özelliğine göre tanelerin birbirine olan bağlantı kuvvetine sertlik denir. Bir başka deyişle zımpara taşının sertliği, birleştirme maddesinin aşındırıcı taneleri tutma direncidir. Zımpara taşı kesme işlemini yaparken taşı oluşturan aşındırıcı taneler birleştirme aracı tarafından kolayca bırakılıyor veya aşındırıcı tane yuvasını kolayca terk edebiliyorsa buna yumuşak zımpara taşı denir. Bunun aksi, aşındırıcı taneler yuvasını kolayca terk etmiyor veya birleştirme aracı aşındırıcı taneyi kolayca bırakmıyorsa buna da sert zımpara taşı denir [5].

Bir başka deyişle, birleştirme maddesinin cinsine bağlı olarak taneler kolay kopuyorsa, taş yumuşak; zor kopuyorsa, taş sert demektir.

Yukarıdaki açıklamalar göz önüne alınarak, birleştirme aracı sert olan zımpara taşları ile genellikle yumuşak malzemeler taşlanır. Bu taşlarla sert malzemeler taşlanırsa, aşındırıcı tanelerin kısa zamanda körleneceği gözden uzak tutulmamalıdır. Diğer taraftan, birleştirme aracı yumuşak olan zımpara taşları ile genellikle sert malzemeler taşlanır. Böylece körelen taneler yerlerini kolayca terk ederek yeni ve keskin aşındırıcılara bırakırlar. Eğer sert zımpara taşları ile sert malzeme taşlanıyorsa, zımpara taşı kolayca körlenecek ve keskinliğini kaybedecektir. Yumuşak zımpara taşı ile de yumuşak malzeme taşlanıyorsa, zımpara taşı kesme yüzeyi çabucak dolacak ve taş kesme özelliğini kaybedecektir. Bunların dışında taşlar, taşlanacak parçaya göre seçildiği halde taşta sertmiş gibi görünüm veren etkenler bulunabilir [5].

Bu etkenler şunlardır;

- Aşındırıcı tanelerin büyüklüğü ve biçimi,
- Birleştirme maddesindeki yabancı maddeler, miktarı ve dirençleri,
- Taş yapımında ihmal edilen hatalar,
- Taşların istenilen gözenekliliğe sahip olmaması,
- Taş çapına uygun çevresel hızın seçilmeyişi,
- İmalatçı tarafından taşın doğru olarak markalanmaması,

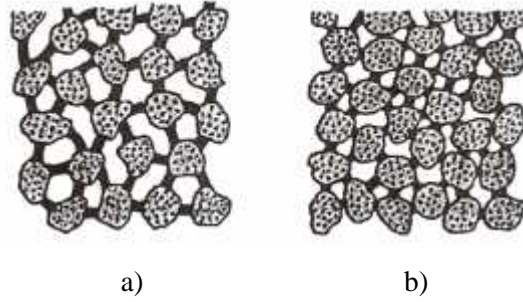
Zımpara taşlarının sertliği ve yumuşaklığı alfabetik sıraya göre belirlenmiştir. Zımpara taşlarının sertlikleri büyük harflerle ifade edilmektedir. Alfabetik sıraya göre "A" en yumuşak zımpara taşını, "Z" ise en sert zımpara taşını belirtmektedir. Çizelge 3.5 'te zımpara taşlarının sertlik dereceleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.5. Zımpara taşı sertlikleri (TSE 291, DIN 69100).

Olağanüstü Yumuşak	Çok Yumuşak	Yumuşak	Orta	Sert	Çok Sert	Olağanüstü Sert
A,B,C,D	E,F,G	H,I,J,K	L,M,N,O	P,Q,R,S	T,U,V,W	X,Y,Z

3.5. Zımpara Taşlarının Dokusu

Zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı tanelerin birbirine olan uzaklık veya yakınlıklarına (tane aralıklarına) taşın dokusu veya yapısı denir. Zımpara taşlarını oluşturan tanelerin birleştirme maddeleri ile birbirine bağlanması, taşın yapısı veya dokusu ya da tane aralıkları göz önüne alınarak standartlaştırılmıştır. Zımpara taşları gözenekli bir dokuya sahiptir. Taş, iri gözenekli ise doku seyrek; küçük gözenekli ise doku sık durumdadır. Şekil 3.2 'te gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Taş dokuları; a) Seyrek doku, b) Sık doku.

Taşların dokusal gözenekliliği, Çizelge 3.6 'da gösterildiği gibi sayılarla gösterilir. Seyrek dokulu taş, gözenekleri geç dolacağı için uzun süre keskinliğini korur. Taş ve iş parçası çok az ısınır. Bu taşlar, kaba işlemlerde kullanılır. Sık dokulu taşlar ise çabuk aşınmaz. Gözenekleri çabuk dolacağı için sık sık bilenmelidir. Bu taşlar, hassas ve ince işlemlerde kullanılmaktadır [4].

Çizelge 3.6 Zımpara taşı dokuları.

Dokular				
Çok Sık	Sık	Orta	Seyrek	Çok Seyrek
0, 1, 2	3, 4, 5	6, 7, 8	9, 10, 11, 12	13, 14



3.6. Zımpara Taşlarının Markalanması

Zımpara taşları, imalatçı firmalar tarafından standartlar uygun olarak markalanır ve taşla ilgili tüm genel ve özel bilgiler etiketlerde belirtilir [5].

Bir zımpara taşı markalanırken, taşın çapı, taşın genişliği ve taşın delik çapı taş üzerinde belirtilir. Burada kullanılan tüm birimler mm dir. Örneğin;

$$\text{Zımpara taşının dış çapı} \times \text{Zımpara taşının genişliği} \times \text{Zımpara taşının göbek çapı} \\ 350 \times 50 \times 127$$

Ayrıca taş üzerinde imalatçı firmanın özel işareti, aşındırıcı cinsi, tane büyüklüğü, sertliği, dokusu, birleştirme maddesinin cinsi mutlak olarak standartlara göre belirtilmelidir. Üretici firma standart numarasını da etiket üzerinde göstermektedir. Taşın formu da taşın etiketinin üzerinde yazılmaktadır. Örneğin, Düz zımpara taşı veya Silindirik taşlama taşı gibi. Bunların dışında, taşın sertlik muayenesinin sonucu, taşın çatlak olup olmadığının kontrolü, taşın hangi devirde ve kaç dakika deneme çalışmasına tabi tutulduğu ve tüm bu muayenelerin hangi tarihte yapıldığı taşın etiketi üzerinde bulunmaktadır. Standart bir zımpara taşı Şekil 3.3 'te görülmektedir.

Aşındırıcının cinsi	Tane büyüklüğü		Dokusu		Birleştirme aracının cinsi			
	Kaba	Orta	İnce	Çok ince		Sık	Seyrek	
EK-Saf korund	10	30	70	220	0	9	V-Seramik	
NK-Normal korund	12	36	80	280	1	10	B-Bakalit	
	14	46	90	320	2	11	R-Kauçuk	
A HK-Yarı saf korund	16	54	100	400	3	12	Mg-O-Magnezit	
	20	60	120	500	4	13	E-Şellak	
	24		150	600	5	14	Si-Silikat	
C KS-Siyah korund			180	800	6	15		
				1000	7	16		
SiC-Silisyum karbit ve benzeri					8	18		
Yumuşak			Orta			Sert		
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z								
Taşın sertlik dereceleri								

Şekil 3.3. Zımpara taşının standart markalanması.

Örneğin; Taşlama taşı 250x32x51 TS 291/2-A 46 K 7 V 30

Düz zımpara taşı	250	x	32	x	51	TS 291/2	A	46	K	7	V 30
— Form											
— Dış çapı 250 mm											
— Taş genişliği 32 mm											
— Delik çapı 51 mm											
— Standart No											
— Taş cinsi A (korund)											
— Tane 46 (orta)											
— Sertlik derecesi K (yumuşak)											
— Doku 7 (orta)											
— Birleştirme maddesi V (keramik)											
— Kesme hızı 30 m/s											

3.7. Zımpara Taşlarının Seçimi

Zımpara taşının seçiminde birçok unsur önemli rol oynamaktadır ancak en önemlisi; taşlanacak malzemenin özelliğidir. Bu malzemenin özelliği, taş seçiminde esastır. Seçilen zımpara taşı, taneleri körelene kadar görev yapmalı, körlendiğinde dökülebilmeli ve yeni kesici taneler çıkmalıdır. Taş seçiminde genel olarak aşağıdaki hususlar göz önünde bulunmalıdır.

1- Taşlanacak malzemenin cinsi ve özellikleri:

- Malzemenin alaşımli olup olmadığı ve sertlik derecesi,
- Malzemeye uygulanmış diğer işlemler ve özellikler,

2- Taşlanacak parçanın sayısı, biçimi ve boyutsal ölçüleri:

- Parça sayısı,
- Parçanın boyutsal ölçüleri,
- Parçaya, varsa uygulanması gereken işlemler ve biçimleri,
- Parçada bırakılan taşlama payı miktarı,
- Düz, kademeli silindirik veya dar yüzeyli oluşu,

3- Taşlama işleminin cinsi ve özellikleri:

- Silindirik iç ve dış yüzey taşlama, konik taşlama, düzlem yüzey taşlama, çeşitli aletlerin bilenmesi, profil taşlama, v.b. diğer özel taşlama işlemleri,
- Taşlama işleminin kuru veya ıslak oluşu,
- Taşlanan yüzeyin kalitesi,
- Kaba ve ince (hassas) taşlama,
- Elle veya otomatik taşlama,
- Taşlama süresi,

4- Taşlama tezgâhının cinsi ve özellikleri:

- Üretim ve eğitim sistemine göre basit, yarı otomatik veya otomatik taşlama tezgahları,
- Taşlanacak parçanın boyutları ve ağırlığı,
- Tezgâhın yıpranma durumu ve verimi,
- Taşlama işleminde talaş derinliği ve miktarı,
- Soğutma sıvısı cinsi, özellikleri ve debisi,

5- Zımpara taşının cinsi ve özellikleri:

- Taşın cinsi ve tane büyüklüğü,
- Birleştirme maddesinin cinsi ve özellikleri,
- Taşın sertliği ve dokusu,
- Taşın biçimi,
- Taşın taşlama yüzeyi,
- Taşın boyutsal ölçüleri ve uygunluğu,
- Taşın bilenmesinde kullanılması gereken bileme aletinin biçimi ve cinsi [3].

Yukarıdaki unsurları göz önünde bulundurarak aşağıdaki maddeleri açıklayabilir yani örnek verebiliriz;

1- Zımpara taşının cinsine göre seçim: Sert maden, font, hafif madenler ve pres maddeleri için korund zımpara taşları seçilir.

2- Zımpara taşının sertliğine göre seçim: Sert malzemeler için yumuşak taş; yumuşak malzemeler için sert taş seçilmelidir. Aksi halde sert malzeme için sert taş seçilirse, taneler kolay dökülmez ve taş çabuk körlenir. Ancak bakır ve pirinç gibi yapışkan metaller için bu özellik geçerli değildir. Bakır ve pirinç taşlamak için bitkisel birleştirme maddeli yumuşak taş seçilmelidir.

3- Zımpara taşının dokusuna göre seçim: Sert malzemelerin kaba olarak taşlanması için seyrek dokulu; ince taşlamalar için sık dokulu taşlar seçilir.

4- Taşın tane büyüklüğüne göre seçim: Yumuşak malzemeler için kalın (iri) taneli; sert malzemeler için ince taneli taşlar seçilir.

4. YÜZEY KALİTESİ VE TAŞLAMA

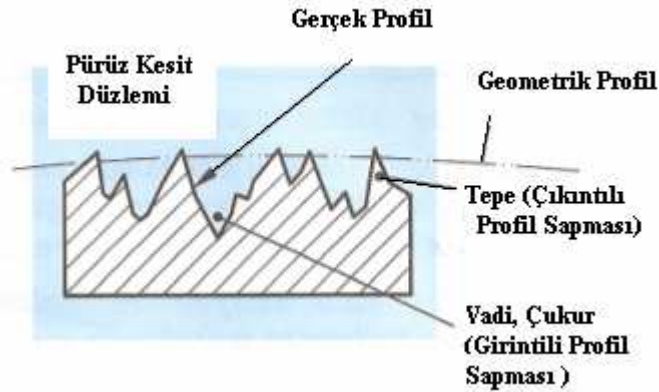
4.1 Pürüzlülüğün Sınıflandırılması

Bir yüzeyin işleme kalitesini belirleyen izlerin çeşitli yüksekliklerinden oluşan düzensizliklere pürüzlülük denir. Yüzeyin kalitesi, pürüzlülüğü veren iz yükseklikleri ile ters orantılıdır. Yani işlenen yüzeyde, ne kadar çok iz yüksekliği olursa, yüzey kalitesi o kadar düşük, ne kadar az iz yüksekliği var ise yüze kalitesi yüksektir.

Yüzeyin pürüzlülük kesiti alınır, çeşitli iz yüksekliklerinden (girintili ve çıkıntılı profil sapmalarından) oluşan bir pürüzlülük eğrisi görülür. Şekil 4.1 'de pürüzlülük eğrisi görülmektedir. TS 6956'a göre tanımlar şunlardır [6].

Gerçek Profil: Yüzeyi sınırlayan pürüzlülük eğrisine denir.

Geometrik Profil: Yüzeylerin pürüzlerini taşıyan anma çizgisine denir.



Şekil 4.1. Pürüzlülük eğrisi.

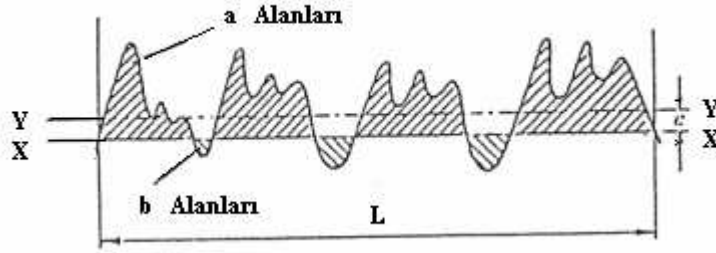
4.2. Yüzey Kalitesinin Sayısal Olarak Karşılaştırılabilirliği

Yüzey kalitesi ölçme işlemi yapabilmek için; üç boyutluluktan, iki boyutluluğa indirgemek mümkündür. Ancak imalat sanayinde, gerekli olan yüzey kalitesini pratik olarak kullanabilmek mümkün değildir. İki boyutlu grafik yöntemi ne üretim birimlerinde, ne de kalite kontrol birimlerinde kolay bir şekilde yorumlanamaz [3].

Bu sebepten dolayı, yüzeyin fonksiyonel özelliklerine ait bazı özelliklerinin yer aldığı ve sayısal olarak kolayca tanımlanabilen, bir metot kullanılmaktadır. Uluslar arası standartlarda; yüzey kalitesinin belirlenebileceği, iki metot yetkili organlar tarafından kabul edilmiştir. Bu metotlar; ortalama çizgi ve zarf metodu olarak adlandırılırlar.

4.2.1. Ortalama çizgi sistemi (M)

Ortalama çizgi, elde edilen geometrik profili tasdik eden bir çizgi olarak tanımlanabilir. Bu ortalama çizgi öyle bir yere yerleştirilmiştir ki, bu çizgi ile profil arasındaki ordinatlarının kareleri toplama minimum olmalıdır. Dolayısıyla ortalama veya merkez çizgisi pratikte profilin genel yönüne paralel bir çizgi olarak belirlenebilir ve bu çizginin altında ve üstünde profili oluşturan alanlar (a ve b) birbirine eşittir. Verilmiş olan çizginin için ortalama çizginin konumu, Şekil 4.2 'de gösterildiği gibi bir XX doğrusu çizilir. Bu çizgi uygun örnekleme uzunluğu (L) 'nin üzerindeki profilin genel yönüne paraleldir. Bir planimetre veya ordinat yöntemi kullanılarak a ve b alanları ölçülür. Sonra XX ve istenen ortalama çizgi YY arasındaki c mesafesi bulunur [3].

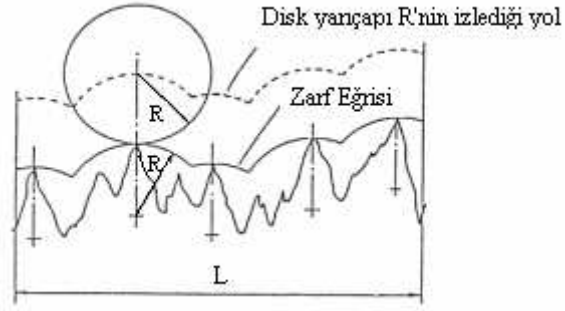


Şekil 4.2. Ortalama çizgi konumunun belirlenmesi.

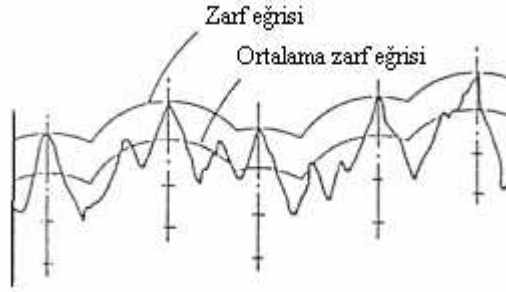
4.2.2. Zarf sistemi (E)

Zarf sistemi, izlere karşı yuvarlanan bir dairenin yarıçapı tarafından üretilen bir çizgi esasına dayanır. Daire merkezinin etrafında oluşturulan bir eğri R mesafesi tarafından düşey olarak yerleştirilmiştir. Bu çizgi yüzeyin üzerinde yer alır. Şekil 4.3 'te gösterildiği gibi zarf eğrisi, ideal geometrik profile dik açılarda en yüksek profile doğru çizilen ordinatlar tarafından oluşturulur.

Yarıçap R'nin dairesel yayları ordinat üzerindeki merkezleriyle birlikte tepelere doğru çizilerek zarf eğrisini oluşturur. Bu eğrinin oluşumu yüzey kalitesinin grafik çıkıntısının dikey ve yatay eksenlerde anı oranlarda büyütüldüğünü kabul eder. Şekil 4.3 'te zarf eğrisinin elde edilişi ve Şekil 4.4 'te ise ortalama zarf eğrisinin elde edilişi görülmektedir.



Şekil 4.3. Zarf eğrisinin elde edilmesi.

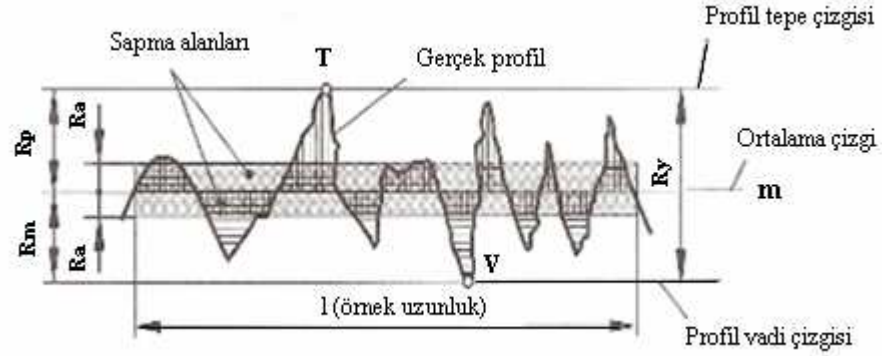


Şekil 4.4. Ortalama zarf eğrisi.

4.3. Yüzey Kalitesini Belirlemede Esas Alınan Sayısal Değerler ve Terimler

Günümüz dünyasında, yüzey pürüzlülük değerlerini ölçmek için iki yöntem olan; zarf sistemi ve ortalama çizgi sisteminin kullanılmasıyla mümkündür. Yine de, basit bir sayısal değer, çeşitli geometrik yönlerin sadece bir tanesinin ölçümü olduğu sürece yüzeyin geometrisini tamamen açığa çıkaramaz.

Bu sebepten belirtilen herhangi bir değer seçimi yüzey kalitesinin görünümüne bağlıdır. Bununla fonksiyonel görüntü noktasından kontrolü çok önemlidir. Bu nedenle Şekil 4.5 'te bulunana değerler en çok kullanılan değerlerdir. Bu değerlerin tamamı hem ortalama çizgi isteminde hem de zarf sisteminde kullanılmaktadır [3].



Şekil 4.5. Yüzey kalitesi için sayılar değerler ve terimler.

4.3.1. Maksimum profil yüksekliği (Tepe-çukur yüksekliği)

R_y , R_{max} veya R_t sembolleri ile gösterilmektedir. Örnekleme boyu üzerinde dikkate alınan en yüksek tepe ve en düşük çukur arasındaki mesafeye tepe- çukur yüksekliği denir. Bir diğer adı ile maksimum profil yüksekliği denir. En yüksek tepeye, tepe noktası (T) ve en düşük noktaya da vadi (V) denir. Örnekleme boyundaki yüzey düzensizliklerinin frekansı göz önüne alınmazsa, yüzey pürüzlülüğünün tanımıdır. Aşağıdaki formülle ifade edilmektedir [3].

$$R_y = Y_p + Y_v \quad [1]$$

4.3.2. Profil sapmalarının aritmetik ortalaması (Ortalama eksen çizgi değeri)

Ortalama çizginin gerçek profilden ayırdığı sapma alanlarının, örnek uzunluğa (L) oranını veren pürüz değeridir. Bir başka deyişle, seçilen örnekleme boyunda, eksen çizgisinin altında ve üstünde oluşan profil sapmalarının aritmetik ortalama değeridir. R_a ile sembolleştirilmiştir.

R_a 'nın değeri, eksen çizgisinin üstünde (a) ve altında (b) kalan alanların toplamının örnek uzunluğa bölümüyle planimetrik metotlar yoluyla belirlenir [3].

Günümüzde yapılan araştırmalarda; düzgün geometrik profillerden başka, tepe-çukur yükseklikleri ve ortalama eksen çizgisi arasında sabit bir ilişki bulunamamıştır. Profil sapmalarının aritmetik ortalaması, yüzey pürüzlülüğü değerleri içindeki en önemli veridir. Aşağıdaki biçimde formüleleştirilmiştir.

$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |x| dx \quad [2]$$

$$Ra = \frac{(|y1| + |y2| + \dots + |yn|)}{n} \quad [3]$$

4.3.3. Profil tepesinin maksimum yüksekliği

Ortalama çizgiden başlayıp, profilin en üst tepe (T) noktasına kadar olan yüksekliktir. Bir başka değişle; seçilen örnekleme uzunluk sınırlarındaki en yüksek tepe ile temas eden ve eksen çizgisine paralel olan çizgi ile eksen çizgisi arasındaki mesafedir. Sembolü Rp'dir. Aşağıdaki biçimde formüleştirelmiştir [7].

$$Rq = \sqrt{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i^2\right)} \quad [4]$$

$$Rq = \sqrt{\left(\frac{1}{L} \int_0^L x^2 |x| dx\right)} \quad [5]$$

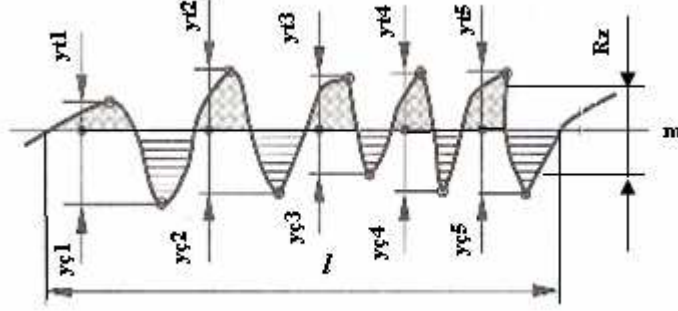
4.3.4. Profil tepesinin maksimum çukur derinliği

Seçilen örnekleme uzunluk sınırlarındaki en çukur girintiye temas edecek şekilde ve eksen çizgisine paralel olarak çizilen doğru ile eksen çizgisi arasındaki mesafedir. Standart sembolü Rm 'dir.

4.3.5. Ortalama on nokta yüksekliği

Profilin seçilen örnekleme uzunluk sınırlarındaki en yüksek beş tepe noktasının yükseklikleri ile en derin beş çukur noktasının, derinliklerinin mutlak değerlerinin ortalamasıdır. Standart sembolü Rz 'dir. Aşağıdaki biçimde formüleştirelmiştir. Şekil 4.6 'da görülmektedir.

$$Rz = \frac{(R1 + R2 + R4 + R6 + R9) - (R3 + R5 + R7 + R8 + R10)}{L} \quad [6]$$



Şekil 4.6. Ortalama on nokta yüksekliği.

4.3.6. Ortalamaların kareleri toplamının karekökü

Seçilen örnekleme uzunluk sınırında, eksen çizgisinin altında ve üstünde meydana gelen sapmaların geometrik ortalama değeridir. Sembolü R_q veya R_s 'dir. Aşağıdaki biçimde formülleştirilmiştir.

$$R_p = \frac{(R_{p1} + R_{p2} + R_{p3} + R_{p4} + R_{p5})}{5} \quad [7]$$

4.3.7. Örnekleme uzunluk

Sayısal değer olarak pürüzlülük değeri belirleneceği zaman, seçilen profil uzunluğunun etki dikkate alınmalıdır. Basit periyodik biçimli değerler için seçilen örnekleme boyu çok önemli değildir. Çünkü adımların sayısı sonuca ulaşmak için yeterlidir. Ancak seçeceğimiz örnek uzunluk, yüzey yapısının görünümünü temsil edecek büyüklükte olması yeterlidir. Günümüz yüzey pürüzlülük ölçüm teknik ve sistemlerinde en maksimum, örnekleme boyu 4 mm ile sınırlıdır. Standart örnekleme boyu sembolü (L) veya L_n 'dir [3].

4.4. Milli Standartlar

Günümüz dünyasında; işlenmiş yüzeylerin tanımlanmasında kullanılan sayısal değer ve yüzey kalite ölçümünün yapılmasında, çeşitli ülkelerin milli standartları mevcuttur. Bazı ülkelerin kullanmakta oldukları sistemler Çizelge 4.1 'de gösterilmiştir. Tabloda yer almamasına karşın R_a değerinden sonra en çok ilgilenilen değer, özellikle Avrupa Ülkelerinde; R_z 'dir [3].

Çizelge 4.1. Yüzey kalitesi değerlendirmede kullanılan milli standartlar.

Ülke	Kullanılan Sistem	Ölçme Birimi	Tavsiye Edilen Sayısal Değer
Avusturya	M	μm	Rmax (Ry)
Kanada	M	μin	Ra
Çek Cumhuriyeti	M	μm	Ra veya Rmax
Danimarka	M	μm	Ra
Fransa	E	μm	Ra
Almanya	E	μm	Rmax
İngiltere	M	μin	Ra
İtalya	E	μm	Ra
Japonya	M	μm	Rmax
Hollanda	M	μm	Ra
İspanya	M	μm	Ra
İsveç	M	μm	Düzeltilmiş Rmax
Amerika Birleşik Devletleri	M	μin	Ra
Rusya	M	μm	Ra
Türkiye	M	μm	Ra

4.5. Pürüzlülük Değerleri

Yüzeylerin işleme yöntemlerine göre sağlanması gereken Ra ve Rz pürüzlülük değerleri Çizelge 4.2 'de verilmiştir. TSE 971 Ra pürüzlülük değeri, ISO tarafından, Rz ise genellikle Avrupa da kullanılmaktadır. (DIN 4768 T1) standardı ile kullanılmaktadır.

Ra 'ya göre yüzeyler; N1, N2, N3, ...N12 olarak on iki kalitede sınıflandırılmıştır. Pürüzlülüğü veren maksimum profil yüksekliği Rmax (Ry) ile tolerans alanı (T) arasında;

$$R_{max} = 1/3 T \quad \text{bağıntısı vardır.} \quad [8]$$

Ortalama on nokta yüksekliği Rz ile Tolerans kalitesi IT arasında;

$$R_z = 0,5.IT \quad \text{bağıntısı vardır.} \quad [9]$$

Çizelge 4.2 'de Ra ve Rz 'nin mikrometre olarak değerleri verilmektedir. Günümüz Türkiye'sinin imalat sanayide kullanılan, yüzey pürüzlülük işaretleri Kalite Sınıfı olarak da adlandırılan, N1, N2, N3, ... N12 şeklinde belirlenen işaretleridir. Ayrıca Çizelge 4.2 'de iş parçasını işleme yöntemi de verilmiştir. Örneğin; taşlama işlemi incelendiğinde, kaba taşlama, orta taşlama ve ince taşlama olarak sınıflandırılmıştır. Kalite sınıfı olarak da; N1 ile N9 arasında değerlendirilmektedir [6].

Çizelge 4.2. Ra, Rz 'nin µm cinsinden değerleri (1 µm = 0,001 mm).

İşleme Grubu	İşleme Yöntemi	Rz	0,04	0,06	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	20	40	80	250	630	1000	
		Kalite Sınıfı			N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12			
		Ra	0,006	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	
Dökerek şekil verme	kum döküm																		
	kokil döküm																		
	pres döküm																		
Plastik şekil verme	dövme																		
	haddeleme																		
	ekstrüzyon																		
Talaş kaldırarak şekil verme	kesme																		
	eğeleme																		
	vargelleme																		
	matkapla delme																		
	tomalama (kaba)																		
	tomalama (orta)																		
	tomalama (ince)																		
	frezeleme (kaba)																		
	frezeleme (orta)																		
	frezeleme (ince)																		
	tuğ çekme																		
	raybalama (kaba)																		
	raybalama (orta)																		
	raybalama (ince)																		
	taşlama (kaba)																		
	taşlama (orta)																		
	taşlama (ince)																		
	honlama																		
lepleme																			
zımparalama																			
parlatma																			

4.6. Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Metotları

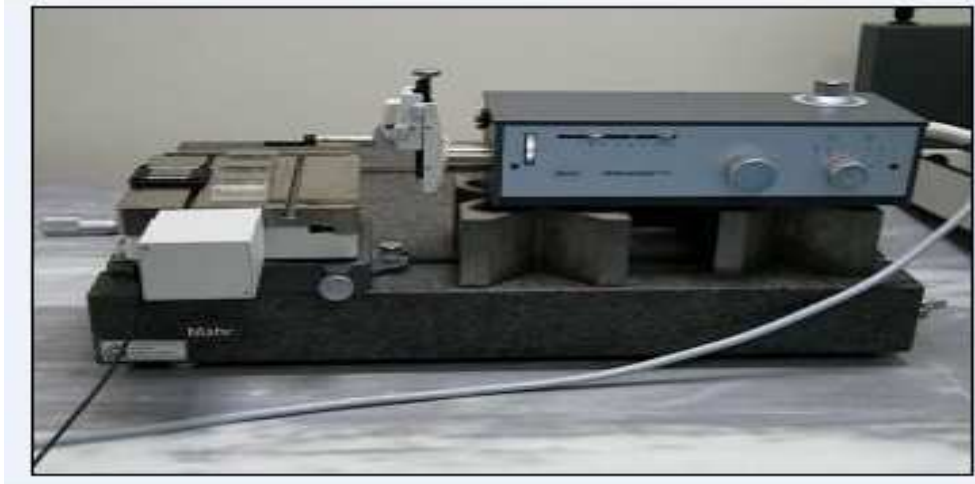
Ülkemizde ve Dünya'da kullanılan yüzey pürüzlülüğü ölçüm metotları şunlardır;

- Dokunma Metodu,
- Mekanik Metot,
- Pnömatik Metot,
- Yüzey Dinamometresi Metodu,
- Kapasitans Metodu,
- X Işını Metodu,
- Elektron Mikroskobu Metodu,
- Optik Mikroskop Metodu,

- Kesit Alma Metodu,
- Karşılaştırma Mikroskobu Metodu,
- İnterferometri Metodu,
- Optik Parazit Metodu,
- Replika (Mask) Metodu,
- Elektro Fiber Optik Sistem Metodu,
- İzleyici Uçlu Cihazlar Metodu [13].

4.6.1. İzleyici uçlu cihazlar metodu

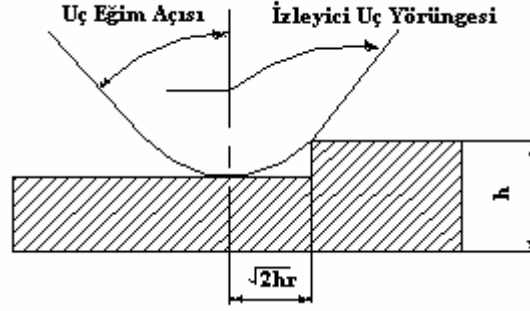
Kullanılan bu metotta; İzleyici uçlu cihazlar, kullanılan çok sivri ve hassas bir ucun, ölçüm yapılan yüzey üzerinde, Yüzey düzensizliklerine dik yönde ve değerlendirme uzunluğu boyunca hareket ettirilmesi ve hareket boyunca meydana gelen titreşimlerin büyütülerek, yine hareketli bir şerit üzerine kayıt edilmesi veya göstergeden okunması esasına dayanır. İzleyici ucun, yüzey üzerindeki baskısı çok azdır ve pürüzlülük büyütme oranı, cihazın yapısına göre, 100 000 kata kadar çıkmaktadır. Grafikselsel görüntüler ve ölçüler monitörde gözlenebilmektedir. Şekil 4.7 'de yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı resmi görülmektedir.



Şekil 4.7.Yüzey pürüzlülük cihazı.

Örnekleme yüzey uzunluğu yüzeyini ölçmek için, numune yüzeyini ölçmek için kullanılan iğnenin ideal de keskin bir uca sahip olması gerekir. Bu ise pratikte mümkün değildir. İğnenin ucundaki sonlu, yarıçap ölçme yapılan yüzeyin şekline bağlı olan hareketi hassasiyetinden bazı kano-iplere sebep olur. İzleyici ucun sonlu yarıçapından dolayı meydana gelen hatanın pratikte çok ciddi olmadığı görülmüştür. 0,000004 mm yarıçaplı bir uca sahip iğne 0,000008 mm

genişliğinde bir hata ile ölçülmesi beklenirken, sonucun bundan daha iyi olduğu gözlenmiştir. Şekil 4.8 'de izleyici uç görülmektedir.



Şekil 4.8. Küresel uçlu izleyici.

Bu cihazların mekanik, pnömatik, optik veya elektronik olarak da yapılmıştır. En yaygın olanı elektrondür. Zira elektrik sinyalleri kolaylıkla işlenebilir. İzleyici ucun mekanik yer değiştirmeleri, elektrik sinyallerine dönüştürmede kullanılan transdüserler iki çeşitirdir. Bunlar;

- 1-Akım veya gerilim üreten cihazlar.
- 2-Sinyal taşıyıcı modül cihazlar.

4.7. Yüzey Kalitesi

Günümüz imalata sanayinde, kullanılmakta olan makine parçalarının, yüzey pürüzlülük değerleri, geometrik tamlık gibi değerlerin ne denemli önemli olduğu bir gerçektir. Çizelge 4.3 'te bazı makine parçaları için istenilen Ra değerleri verilmiştir. Makine parçasının güvenilirliği, uzun ömürlülüğü ve üstün bir performans sergileyebilmesi için, yüzey kalitesi gün geçtikçe daha çok önem kazanmaktadır [3].

Makine sanayi başata olmak üzere, üretim noktalarının tamamında yüzey kalitesi vazgeçilmez bir unsurdur. Önemli olan nokta, en düşük maliyetle olabilecek en iyi yüzey pürüzlülük değerini yakalamak ve yüzey kalitesini arttırmaktır. Tabii ki bu işlemi yaparken; mevcut iş parçasının en verimli ve uzun ömürlü bir şekilde çalışacağı yüzey pürüzlülük değerini bilmekte fayda vardır. Aksi halde üretim maliyetimiz artabilir.

Yüzey kalitesinin belirlenmesindeki en önemli etken ise; talaş kaldırma yöntemidir. Günümüz teknolojisi kullanılarak, bu yöntem ve teknikleri en verimli bir şekilde kullanmak bir zorunluluktur.

Makine imalat sanayinde, yüzey kalitesi genel olarak; Ra yüzey pürüzlülük değeri olarak yorumlanmaktadır. Yüzey kalitesindeki en belirleyici ve kabul gören değerdir.

Çizelge 4.3. Bazı makine parçalarının istenilen Ra yüzey pürüzlülük değerleri.

Makine Parçası Adı	Ra (µm)	Makine Parçası Adı	Ra (µm)
1. Kaymalı Yataklar ve Miller		9. Dişli Çarklar	
Bronz yatak	0,8-1,6	Diş yüzeylerinde;	
Mil	0,2-0,8	m > 2,5 için	1,6
2. Delikler		m < 2,5 için	0,8
Hidrolik silindirler için	0,2	Ağır hizmet dişliler için	0,4-1,6
Otomobil silindirleri için	0,4	Hassas dişliler	0,4
Dişliler için	0,8-1,6	Zincir dişliler	3,2
Tıg çekilmiş	0,8	Diğer yüzeylerde;	
Raybalanmış	0,8	Dış çap	3,2
Matkapla delinmiş	3,2	Yerleştirme yüzeyleri	1,6
3. Miller		Göbeğin yan yüzeyi	3,2
Otomobiller için kamalı mil	0,4	10. Sonsuz Vida ve Karşılık Dişlisi	
İnce tormalanmış	0,8-1,6	Diş yüzeylerde	
Orta hassasiyette tormalanmış	1,6-3,2	Genel	0,8
Kaba tormalanmış	6,3	Ağır hizmet tipi	0,4
4. Alıştırma (Boşluklu Alıştırma)		Diğer yüzeylerde	
Tolerans < 0,025 mm	1,6 (max.)	Dış çap	3,2
Tolerans > 0,025 mm	3,2 (min.)	Yerleştirme yüzeyi	1,6
Orta alıştırma	0,8 (max.)	11. Sürtünmeli Yüzeyler	
Sıkı alıştırma	0,8-1,6	Frenler	0,4
5. Kama Kanalları		Kavramalar	0,4
Genel	3,2	12. Kanallar	
Hassas	1,6	Hareketli ring için	0,1
6. Vida Dişlileri		Hareketsiz ring için	0,4
Haddelenmiş	0,2	Segmanlar için	3,2
Frezelenmiş	1,6	13. Eş Çalışan Yüzeyler	
Taşlanmış	0,4	Conta	
Pafta ile açılmış	3,2	Bakır conta	0,8
7. Masterlar		Yumuşak conta	3,2
Ayar masterlar	0,025-0,1	Contasız	
İmalat masterlar	0,2	Yağ sızdırmaz	0,4
8. Kaymalı Yüzeyler		Gres sızdırmaz	0,8
Genel	0,4-0,8		
Mekanik sızdırmazlık ringi	0,005-0,2		

5. TAŞLAMA İŞLEMİNDE MEYDANA GELEN HATALAR

5.1. Taşlama İşleminde Oluşabilecek Genel Hatalar

Taşlama sırasında, meydana gelebilecek hatalar, yüzey kalitesine, işleme zamanına, işin bozulmasına, iş kazalarına, tezgâh hasarlarına, taş parçalanmalarına ve hatta yaralanmalara neden olabilir. Dolaylı olarak da iş gücü kayıplarına ve iş günü kayıplarına neden olmaktadır. Bu ise çok büyük ekonomik kayıplara neden olur. Zımpara taşları ile talaş kaldırma sırasında meydana gelebilecek hataları, aşağıdaki başlıklar altında toplamak mümkündür [8].

1. Kullanıcı hataları ve teknolojik bilgi hataları
2. İş parçasından kaynaklanan hatalar
3. Zımpara taşı imalat hataları,

5.1.1. Kullanıcı hataları ve teknolojik bilgi hataları

1. Kesme hızının yanlış hesaplanması,
2. İlerleme hızının yanlış hesaplanması,
3. Talaş derinliğinin fazla verilmesi,
4. Yanlış zımpara taşının kullanılması, (sertlik, birleştirme maddesi, dokusu, taş genişliği vb. nedenlerden)
5. Taş devir sayısının ve iş devir sayısının uygun seçilmemiş olması,
6. Taşın dengelenmemiş olması,
7. Kurs ayarlarının iyi belirlenmemiş olması,
8. Taşın doğru bilenmemesi,
9. Taşın işe ilk ayarlar sırasında dalması,
10. Islak veya kuru taşlama yapılıp yapılmayacağına dair bilgilerin eksik olması,
11. Taşın, tezgâha montajından kaynaklanan hatalar ve kazalar,
12. Uygun soğutma sıvısının seçilmemiş olması,
13. İş parçasının sağlam bir şekilde bağlanmaması,
14. Uygun olmayan bir taşlama tekniğinin seçilmiş olması,
15. Taşın çevresel hızının iyi hesaplanmamış olması,
16. Fener milinin salgılı dönmesi,
17. Otlamanın olması,
18. Kör taşla çalışma yapılması [5],

5.1.2. Taşlama işleminde, iş parçasından kaynaklanan hatalar

1. Taşlamaya uygun malzeme profilinin olmaması,
2. Uygun punta deliklerinin açılmamış olması,
3. İş parçasının bağlanmasında kullanılan sistem hataları,
4. İş parçasının çatlak olması,

5.1.3. Zımpara taşı imalat hataları

1. Birleştirici maddeden kaynaklanan hatalar,
2. Pişirme hataları,
3. Taşın çatlak olması,
4. Taşın deliğinin büyük olması,
5. Taşın deliğinin küçük olması,
6. Taşın silindirik üretilmemesi,

5.2. Otlama

Taşlama işleminde; taşın yüzeyindeki her noktanın, iş parçasının yüzeyindeki her noktaya, (talaş kaldırma noktasında) dengeli ve eşit olarak taşlama işlemi yapmak esastır [3].

Zımpara taşı, iş parçasının bir kısmına temas eder talaş kaldırır ve diğer kısmına temas etmesi gerekirken, bir takım nedenlerden dolayı sağlıklı bir şekilde temas edemezse, otlama meydana gelir.

Temel olarak taş, iş parçasına talaş kaldırmak için uygun bir şekilde temas etmemiş ve iş parçasının yüzeyde, çizikler oluşturmuştur. Bu ise yüzey kalitesini, olumsuz yönde etkilemektedir.

5.2.1. Otlamanın nedenleri

Otlama, taşlama sırasında meydana gelen istenmeyen bir durumdur. Bu durumun meydana gelmesindeki unsurlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Taş için uygun malzemenin ve malzeme için uygun taşın seçilmemesi,
2. Zımpara taşının milindeki boşluk,
3. Taşın bir sebepten dolayı, salgılı ve titreşimli çalışması,
4. Taş genişliğinin, iş parçasına göre büyük olması,

5. Kesme hızının ve ilerlemenin uygunsuzluğu,
6. Talaş derinliğinin uygunsuzluğu,
7. Taşın körlenmesi,
8. Uygun soğutma sıvısının kullanılmaması,
9. Taşın sert olması,
10. Taş dokusunun (gözeneklerinin) metal tozları ile dolması,

6. TAŞLAMA VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Taşlama işleminin uygulanmasındaki en önemli nedenlerden biri; yüzey pürüzlülük değerlerinin istenilen değerlerde olmasıdır. Bu nedenden dolayı, yüzey pürüzlülük değerini belirlemede, hangi parametrelerin ne derece etkili olduğunu belirlemek amacı ile çok çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bu parametreler her yönüyle incelenmektedir.

6.1. Taşlamada Parametrelerin Etkisi

Demir H. ve Güllü A., yaptıkları çalışmada; “Taşlamada taşlama parametrelerinin etkisi” adlı çalışmada, yüzey pürüzlülüğünün amacını şöyle açıklamışlardır.

“İmalatta; en yüksek verimlilikle, az maliyetle ve minimum zamanda kabul edilebilir bir yüzey kalitesi elde edilmesi temel amaç olmaktadır. Bu amaçla yüzey pürüzlülüğünü etkileyen değişik parametrelerin araştırılması bir ihtiyaçtır.” [9].

“Endüstriyel alanda yeni ve modern üretim teknikleri gelişmektedir. Bu gelişmelerle birlikte, mevcut işleme tekniklerinin de iyi analiz edilerek üretimde ekonomiklik ve üründe kalitenin yükselmesi gerekmektedir. İyi seçilemeyen parametreler kesicilerin kırılması, hızlı aşınması ve yanması gibi ekonomik kayıpların yanın da iş parçasının bozulması veya yeni bir işlem gerektirecek derecede, iş yüzey kalitesinin yetersizliği gibi, yine ekonomik kayba ve zaman israfına neden olmaktadır.” [9].

6.1.1. Taşlama işleminde kullanılacak aşındırıcıların ve birleştirme maddelerinin etkisi

H.Demir., yaptığı bir çalışmada, taşlama parametreleriyle ilgili ve aşındırıcı malzemelerinin mekanik etkileri ile ilgili şöyle demiştir.

“Taşlama parametrelerinin etkilerinin belirlenmesi ile taşlama kuvvetleri ve bu kuvvetlerin etkisiyle oluşan mekanik ve ısı zararları en aza indirgenecektir.” [10].

“Aşındırıcı malzemelerin mekanik özellikleri, sertlik, tokluk, aşınmaya karşı mukavemet ve kırılabilirliktir. Sertlik, bir malzemenin başka bir malzemeye nüfuz etme özelliğidir. Aşındırıcı ile işlenecek malzeme arasında sertlik farkı ne kadar büyükse aşındırıcı o kadar etkili olmaktadır. Tokluk, malzemenin darbelere karşı mukavemetidir. Aşınma, talaş kaldırma sırasında aşındırıcı taneciğinin keskin uçlarının körelmesine neden olan, çok ince toz

şeklinde parçacıkların taştan ayrılmasıdır. Aşınma özelliğinden sonraki aşınma ise, kristal yapısının kırılarak parçalanmasıdır.” [10].

“Malzemeleri, aşındırıcı tanecikleri birbirine birleştiren malzemelerdir. Taşın, birleştirme malzemesine bağlı olarak, tanecikleri belirli bir dirence kadar taş bünyesinde tutma kabiliyetine sertlik denmektedir. Taşların sertliği, aşındırıcı taneciklerin sertliği ile karıştırılmamalıdır.” [10].

6.1.2. Taşlama işleminde talaş kaldırma mekaniği

Srivastava, 1992 yılında yaptığı bir çalışmada;

“Genelde, bir yüzeyin taşlanması için, ideal kesme, yanal yer değiştirmeye oluşan kazıma, yanal yer değiştirme ile oluşan kazıma, iş parçasının hareketi, aşındırıcı taş, iş parçasının elastikliği, titreşim gibi birçok işlem kombinasyonu gerekmektedir. Kontrol edilebilen ve edilemeyen çok sayıda değişik parametreler taşlama işleminde etkili olmaktadır.” sonucuna ulaşılmıştır. [9].

Lidsay, yaptığı doktora çalışmasında;

“Taş ve iş aşınma parametrelerinin fiziksel anlamı verilerek, taşlamacılar için yarı deneysel bir eşitlik çıkartılmıştır. Taş aşınma parametresi eşitliği, deneysel olarak tayin edilerek, iki parametrenin ilişkisi olarak bilinen G oranı ve özel enerji gösterilmiştir.” [9].

Tetsuo, yaptığı bir çalışmada, aşındırıcı tane şekli ve aşınma konusunda şöyle demiştir.

“Başka bir çalışmada, aşındırıcı tane şekli ve aşınma arasındaki ilişki araştırılmıştır. Araştırmada 90° ve 120° koni biçimli taneler ve düzensiz biçimli tanelerden oluşan taşlar kullanılmıştır. İki çelik malzeme üzerinde ve 450 gram kuvvet altında ve 300 m/dak çevresel hızda yapılan araştırmada, taş keskinliğinin artması ile talaş kaldırma oranının da arttığı ve taş aşınma oranının azaldığı gözlenmiştir.” [9].

Chen, 1996 yılında yaptığı bir çalışmada, zımpara taşlarının performansı ile ilgili şunları belirtmiştir.

“Zımpara taşlarının performansı; taş taneleri ile iş parçasının etkileşimine bağlıdır. Bu etkileşimin belirleyicileri ise; tane dağılımı, bileme ve taşlamanın kinematığıdır. Bu etkileşimin tanımı simülasyon bir temel oluşturmak amacı ile kullanılmaktadır. Bilgisayar simülasyonu ile taşlamadaki çeşitli aşamalar görsel olarak temsil edilebilmekte ve sonuçların

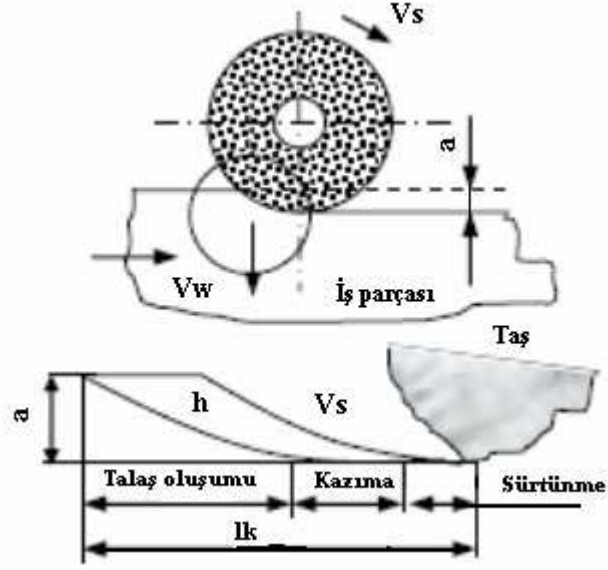
daha iyi anlaşılmasına sonuç sağlamaktadır. İş parçası ile taş arasındaki etkileşim değeri aktif kesici tanelerin şekline, aralığına ve kesit alanına bağlıdır. Taşlamanın mekaniği, iş parçasının bir kısmını taşıyan, her taş tanesinin harcadığı enerji miktarı ile analiz edilmektedir.” [9].

Subramanian, 1992 yılında yaptığı “Hassas taşlama işleminde, seramik birleştirmeli süper aşındırıcı taşların kullanımı için bir sistem yaklaşımı yoluyla, daha düşük toplam maliyet, özdeş geometrik parçalar, daha iyi yüzey kalitesi ve daha az tolerans elde etmek amacıyla yönelik gereklilikler üzerinde” çalışmalar yapılmıştır. [9].

Chen, 1999 yılında, taşlamanın oluşumu ile ilgili aşağıdaki üç aşamayı belirlemiştir;

“Taşlamanın oluşumu; sürtünme, kazıma ve kesme olmak üzere üç ardışık kısma ayrılabilir. Şekil 6.1’ de talaş oluşumunu üç aşaması görülmektedir. Zıt yönlü taşlamada, taş tanesi ile iş parçası temasında, sistemdeki elastik deformasyondan dolayı kesici tane, kesme işlemi yapmadan iş parçası yüzeyinde kaymaktadır. Bu aşama, sürtünme aşamasıdır. Kesici tane ve iş parçası arasındaki gerilme elastik sınırı geçtiği için, plastik deformasyon olmaktadır. Bu aşama kazıma aşaması olarak tanımlanır. İş malzemesi kesici taş tanesinin önüne ve yanlarına doğru bir oluk oluşturarak yığılmaktadır. İş malzemesi kayma gerilmesine dayanmadığı zaman talaş oluşmaktadır. Enerjinin en etkin kullanıldığı aşama, talaş kaldırdığı aşamadır. Sürtünme ve kazıma kullanılan enerjinin verimi düşürmektedir. Çünkü enerjinin bir kısmı deformasyon ve sürtünmeyle harcanmakta, talaş kaldırmak için ise, bu aşamalarda kullanılan enerji çıkarıldıktan sonrası kalmaktadır. Bununda ötesinde iş parçası yüzeyinde büyük sıcaklık oluşarak, yüksek oranda takım aşınması meydana gelmekte ve iş parçasının yüzeyinden belirli bir derinlikte metalürjik asarlar oluşturmaktadır.”[9].

“Aşındırıcı taş taneleri; düzensiz şekilli bir kesici takım kabul edilmektedir. Bununla birlikte, Shaw, taş yüzeyinde ki bir taneyi bir küre olarak modellemiştir. Tanenin büyük negatif kesme açılara sahip olduğu düşünüldüğünde bu modelleme doğru kabul edilebilir. Deformasyon işlemi bir elastik-plastik değeri ile sınırlandırılmıştır. Küre yatay olarak hareket ettikçe, iş parçası yüzeyi altında deformasyona uğramış bölge yüzeyle açılı hale gelmektedir. İş parçası malzemesi yukarı doğru sıkıştırılmakta deformasyonun devamında yüzeyden ayrılacak bir talaş oluşmaktadır.” [9].

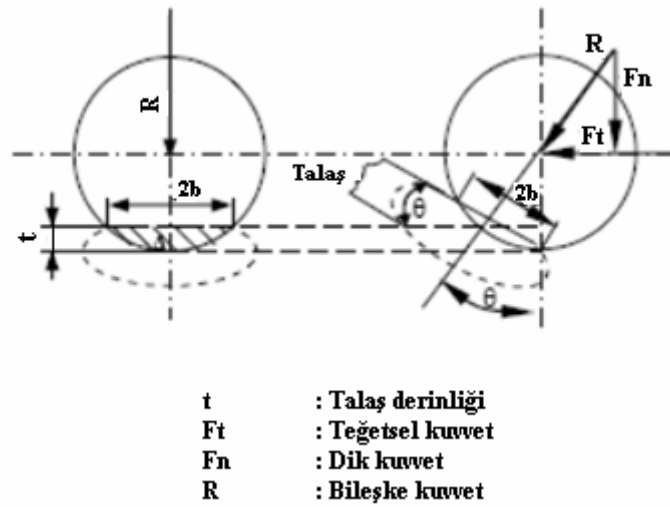


Şekil 6.1. Talaş oluşumunun üç aşaması.

Chen, 1999 yılındaki, bir başka çalışmasında ise;

Küre (taş tanesi) ve iş parçası yüzeyi arasında sürtünme olmadığı zaman, iş parçasına batmak için gerekli olan kuvvetin büyüklüğü sabit ve yüklenme yönünden bağımsızdır. Şekil 6.2’de talaş oluşum modeli görülmektedir.

Toplam talaş kuvveti ise; taşlama bölgesinde her bir taneye gelen kuvvetleri toplayarak elde edilmektedir. Taşlama işleminde tüketilen enerji ile taşlama kuvveti için bir eşitlik kabul edilmiştir. [9].

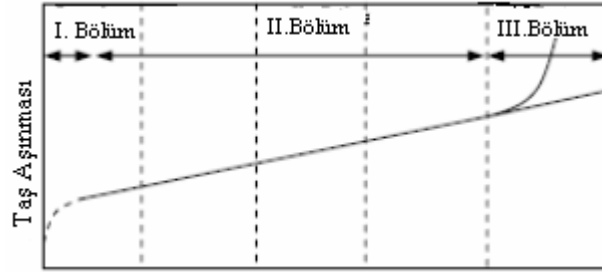


Şekil 6.2. Taşlamada talaş oluşum modeli.

6.1.3. Taşlama işleminde bilemenin etkisi

Srivastava, 1992 yılında ve , Akkurt M., 1995 yılında; hassas taşlama işleminde, takım aşınması ile ilgili araştırmalarında şöyle demişlerdir.

“Hassas taşlamada, taş aşınmasının kaldırılan talaş miktarı ile ilişkisi Şekil 6.3’de gösterilmiştir. Başlangıçta hızlı bir aşınma olmakta, daha sonra bu aşınma hızı yavaşlamaktadır. Şekil de 3. kısımda da hızlı bir aşınma olmakta ve kuvvet, sıcaklık ve titreşim artmaktadır. Bu sebepten, taşta ki aşınma son aşamaya gelmeden taş bilenmelidir.” [9].



Şekil 6.3. Hassas taşlamada takım aşınmasının kaldırılan talaş miktarı ile ilişkisi.

Güllü A., tarafından 1995 yılında yapılan bir çalışmada ise;

“Bileme derinliğinin taşlama gücü üzerindeki etkisinin, bileme adımının etkisinden daha fazla olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte bilme derinliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi bileme adımından daha zayıftır. Deneysel çalışmalar taş aşınması arttıkça bileme etkisinin taşlamanın davranışı üzerinde değiştiğini göstermiştir. Kesme gücünün talaş kaldırma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin bileşimi, bilemeden hemen sonra bilemenin etkisinin fazla olduğunu, artan aşınma ile bu etkinin zayıfladığını göstermiştir. Kesme gücünün, talaş kaldırma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin bileşimi, bilemeden hemen sonra bilemenin etkisinin fazla olduğunu, artan aşınma ile bu etkinin zayıfladığını belirlemiştir. Bununla birlikte bu araştırmada bileme şartlarının, taşın yeniden bileme zamanını etkilediğini göstermiştir.” [9].

Ercan F. ve Güllü A., 1994 yılında yaptıkları çalışma ile;

“Zımpara taşarının bilenmesi ve taşlama verimliliği ile ilgili bir çalışmada ise; Bileyicinin tipi, geometrisi (etkili kesme profilinin genişliği ve aşındırıcı yüzey uzunluğu),

bileme ilerlemesi ve kesme derinliği gibi, bileme şartları ile elde edilen taş aktif yüzey yapısı, taşlama performansını etkiler.” [11].

“Yeni bilenmiş keskin bir taşın, aktif yüzeyindeki tane çıkıntılarının toplam sayısının, bileme hızından hemen hemen bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Taşın aktif yüzeyindeki çukur ve çıkıntılarda taş körelidi zaman önemli değişiklikler ortaya çıkar. Çukurlar talaş dolarken, çıkıntılar aşınır ve parlak bir yüzey olduğu görülmüştür.” [11].

“Taşın kesme yüzeyi üzerindeki bir hat boyunca rastlanan tanelerin, ince bilenmiş bir taşla yaklaşık %35 ‘i, taşlama anında kullanılan gerçek kesme derinliğinde kesme işlemine katılırken, kaba bilenmiş bir taşla bu oran %15 civarında olduğu saptanmıştır.”[11].

“Taşın tane büyüklüğü ve taşın dokusu, bileme işlemini yapmadan önce, bileme ilerlemesi ve derinliğinin verilmesinde mutlaka referans alınmalıdır. Böylelikle, taşın küresel yapısını oluşturan elemanlarla, kesme işlemini gerçekleştiren taşın aktif yüzeyi arasında uyum sağlanmış olur.” [11].

6.1.4. Taşlama kuvvetleri ve işleme parametreleri arasındaki ilişki

Güllü A., 1995 yılında ve Demir H., 1998 yılındaki çalışmaları sonucunda;

“Silindirik taşlama tezgâhında yapılan bir çalışmada, alüminyum oksit zımpara taşları kullanılarak taşlanan, çeliklerin aşınma oranı ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki incelenmiştir. Çeşitli fiziksel özellikler ihtiva eden değişik zımpara taşlarının, taşlama oranı ve yüzey pürüzlülüğüne etkileri karşılaştırılmıştır. Yapılan deneyler de taş tane büyüklüğü, taş dokusu ve taş sertliğinin taşlama oranı ve yüzey pürüzlülüğünü önemli derecede etkilediği görülmüştür. Aynı çalışmalarda çeşitli malzemeler kimyasal bileşim ve fiziksel özelliklerine göre farklı etkiler göstermiştir.” [9].

“Sonuç olarak; taşlama işleminde taş tanelerinin körülenmesinden dolayı bitirme yüzeyi kalitesinin, verilen tolerans sınırlarını aşmasından taşlar zamanında bilenmelidir. Belirli bir miktarda talaş kaldırmış, taşlarda oluşan taşlama kuvvetleri, yeni bilenmiş taşlarda oluşan taşlama kuvvetlerinin üç katı olduğu görülmüştür.” [9].

Taşlama işleminde; taşlama oranı ve yüzey pürüzlülüğüne etki eden en önemli parametrelerden biri taş tane büyüklüğü olduğu görülmüştür. [9].

6.2. Silindirik taşlamada taşlama parametreleriyle yüzey pürüzlülüğü ve taşlama oranı arasındaki ilişki

Demir H. ve Güllü A. 2000 yılında yaptıkları çalışma ile taşlamada yüzey pürüzlülüğü hakkında şunları belirtmişlerdir;

“Endüstride bazı makine parçalarının, ölçme aletleri, kızak hatları, miller, dişli çarklar, merdane, yatak bilezikleri gibi çeşitli makine parçalarının, yüzeylerinin parlak (pürüzsüz) olması mecburiyeti vardır. Bu yüzeylerin korozyona karşı dayanıklı olması için gerekli şartlardan biride taşlama işleminde geçmektir. Bu sisteme göre her parçanın görevini en iyi şekilde yapabileceği, ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra) standartları belirlenmiştir. [12].

“Yapılan araştırmalarda, yüzey pürüzlülük değeri azaldıkça, yorulma dayanımı değerinin arttığı tespit edilmiştir.”[6].

Güllü A., 1995 yılında gerçekleştirdiği silindirik taşlamada istenilen yüzey pürüzlülüğünü elde etmek için taşlama parametrelerinin bilgisayar yardımıyla optimizasyonu adlı doktora tezinde;

“Yumuşak malzemeler daha kolay aşındığı için daha az kuvvetle talaş kaldırmakta ve kesici aşınması ve kırılması daha geç olmaktadır. Bu durumlar ise, aynı şartlar altında taşlama yapılmasına rağmen farklı yüzey kaliteleri ortaya çıkarmaktadır.”

6.2.1. Taşlama sonuçların etkileyen faktörlerin gruplanması

Hassas taşlama işlemlerinde, daha düşük toplam maliyet, özdeş geometrik parçaların üretimi, daha iyi yüze kalitesi ve daha dar tolerans elde etmek amacıyla yönelik gereklilikler üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla, geliştirilmiş taşlama sonuçlarını sağlayacak faktörle gruplanmıştır.

Demir H. ve Güllü A., 2000 yılındaki çalışmalarında faktörleri bazı guruplara ayırmışlardır. Bu gruplama aşağıda verilmiştir. [12].

1. Takım Tezgâhı Faktörü

- a. Tasarım; rijitlik, hassasiyet, dinamik kararlılık
- b. Özellikler; kontroller, güç, hız vb., kayma ve eksen hareketleri, bileme ve düzeltme donanımı.
- c. Soğutma; çeşidi, basınç, akış hızı, filtreleme sistemi.

2. İş Malzemesi Faktörü

- a. Özellikler; mekanik, ısı, kimyasal, aşındırma direnci, mikro yapı.
- b. Geometri; taş – iş uyumu, soğutma yolu için gerekli form.
- c. Parça kalitesi; geometri, tolerans, yekparelik.

3. Taş Seçimi Faktörü

- a. Aşındırıcı; çeşidi, özellikleri, tane büyüklüğü, dağılımı, yüzdesi.
- b. Birleştirme elemanı; sertlik derecesi, çeşidi, rijitliği, gözenekliliği, ısı iletkenliği.
- c. Taş tasarımı; biçim, boyut, göbek malzemesi.

4. Operasyon Faktörü

- a. Teknikler; taşlamanın yapılış biçimi, soğutma uygulaması, kullanılan taşlama tekniği, muayene metotları, taş dengesi.
- b. Cihazlar; kullanılan araç ve gereçlerin tamamı.

H. Yasui ve T. Matsuo tarafından yapılan bir çalışmada, tane aşınması ve talaş kaldırma parametreleri incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar belirlenmiştir.

“Talaş kaldırma ve tane aşınması incelenmiştir. Tanenin aşındırırken kendisinin de aşınması olarak adlandırılan G oranı (Taşlama Oranı) değerinin aşındırıcı cinsi, iş malzemesi ve iş-taş arasındaki ilerleme hızına bağlı olarak değiştiği ve talaş kaldırma oranının, her zaman malzeme sertliğine bağlı olmadığı tespit edilmiştir.” [12].

Demir H. ve Güllü A. , 2000 yılındaki çalışmalarında, taşlama oranını, şöyle açıklamışlardır.

“Taşlama Oranı (G); malzemedan kaldırılan talaş hacminin, taş aşınma hacmine oranını (cm^3/cm^3) ifade eder.” sonucuna ulaşılmıştır. [12].

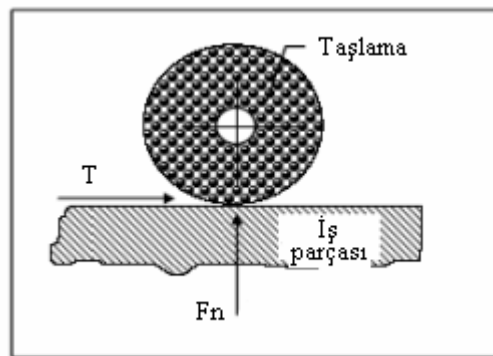
“Yapılan çalışmalarda çeliklerin taşlanması, yüksek yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı temin edecek olan, bir taşlama parametresi seçilebileceği üzerinde durulmuştur. Hassas taşlama şartlarında, 002 mm ölçü tamlığı ve 0,05 μm ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) elde etmek mümkün olmaktadır.” [12].

Robert S. Hahn ve Richard P. Lindsay tarafından yapılan bir araştırmada, “taşlama işlemine başlarken iş parçası ve taş taneleri arasında üç ardışık işlem olduğu belirtilmiştir. Bunlar; sürtünme, kazıma ve kesme işlemidir. Aynı araştırmacılara göre malzemeler, kolay taşlanabilen ve zor taşlanabilen malzemeler olmak üzere gruplandırılmıştır.

Kolay taşlanabilen malzemelerde sürtünme ve kazıma bölgeleri dar ve kesme kuvveti küçük olurken, zor taşlanabilen malzemelerde sürtünme ve kazıma bölgeleri daha geniş olmakta ve kesmeye başlama kuvveti de büyümetedir.” sonucuna ulaşılmıştır. [12].

A. Güllü tarafından yapılan bir araştırmada, “yüzey pürüzlülüğü ve taşlama oranını, birçok faktörün etkilediği bir sonuç faktör durumundadır. Bu amaçla Al_2O_3 taş ve taşlama işlemine maruz kalan malzemeler arasında taşlama oranı (G) ve ortalama yüzey pürüzlülük değeri (Ra), tespitine yönelik deneysel çalışmalar gerçek üretim ortamı olan, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Taşlama Atölyesinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen, yüzey pürüzlülük değerleri ve taşlama oranları karşılaştırılmıştır.” [12].

Taşlama işleminde aşındırıcıya etki eden kuvvetler Şekil 6.4.’de gösterilmiştir. Aynı çalışmada taşlama işleminde taneye etki eden kuvvetler Çizelge 6.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 6.4. F_n ve T kuvvetinin etki yerleri.

Yapılan araştırmalar, taş ömrü boyunca, taş hacminde, taşlamadan dolayı yaklaşık % 10 ve bilemeden dolayı % 90 azalma olduğunu göstermektedir. [12].

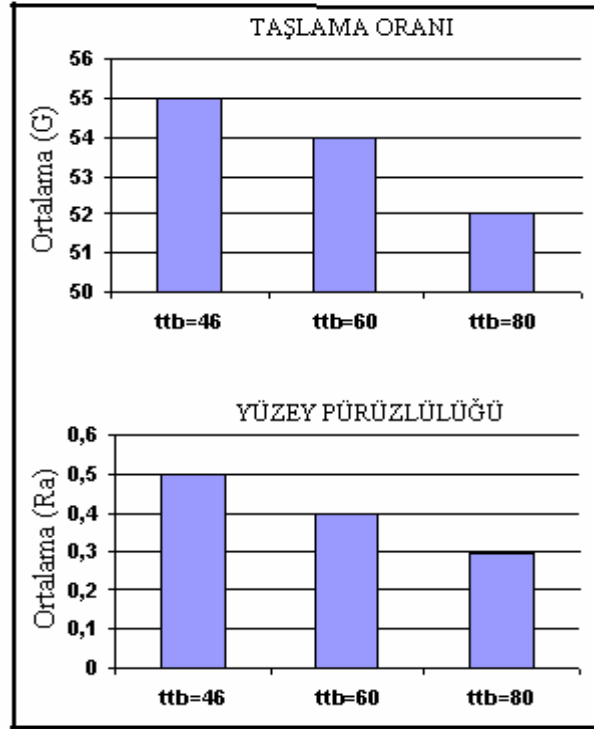
Çizelge 6.1. Taşlamada taneye etki eden kuvvetler.

Kuvvetler	Teğetsel Kuvvet (T) Newton	Radyal Kuvvet (F_n) Newton
Yeni bilenmiş takımlarda	22,25	45,5
Belirli bir miktar talaş kaldırmış takımlarda	44,5	155,75

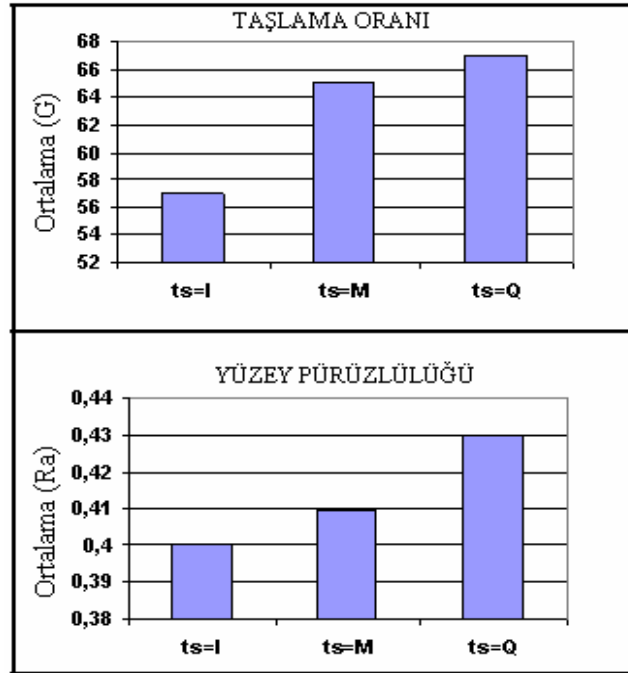
Yapılan deneysel çalışmalarda Makine Kimya Endüstrisi tarafından üretilen, Ç1010, Ç1050, Ç3330, Ç1390, Ç4140, Ç8620 ve Ç51420 çelikleri kullanılmıştır.

Taş tane büyüklükleri (tbb)	; 46, 60 ve 80
Taş sertliği (ts)	; I, M ve Q
Taş dokusu (td)	; 3, 5 ve 7
Taş bileme oranı (tbo)	; 0,25
Talaş derinliği (td)	; 0,010 mm, 0,020 mm ve 0,030 mm
İş ilerlemesi (ii)	; 5 mm/dev, 10 mm/dev ve 15 mm/dev

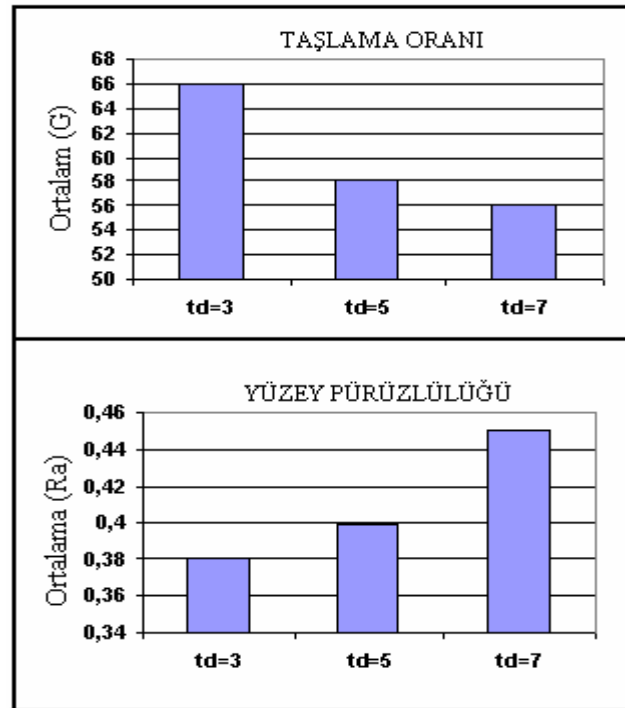
Demir H. ve Güllü A., çalışmalarında, yukarıdaki parametreler kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü değerleri incelenmiş ve ortalamaları alınmıştır ve aşağıdaki grafikler çizilmiştir. [12].



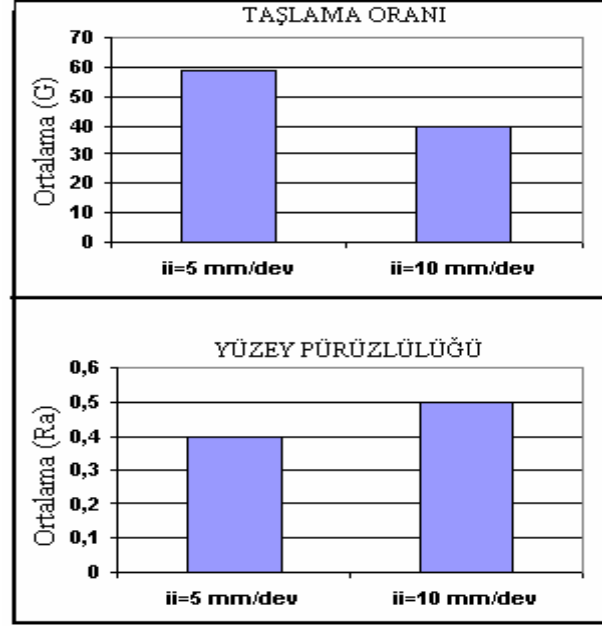
Şekil 6.5. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra)'nın tane büyüklüğü ile ilişkisi.



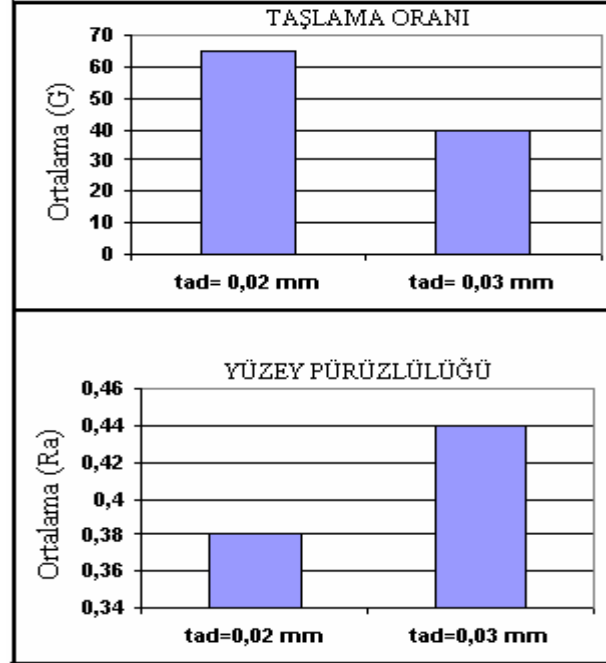
Şekil 6.6. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra)'nın taş sertliği ile ilişkisi.



Şekil 6.7. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra)'nın taş dokusu ile ilişkisi.



Şekil 6.8. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra)'nın iş ilerlemesi ile ilişkisi.



Şekil 6.9. Taşlama oranı (G) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra)'nın talaş derinliği ile ilişkisi.

“Talaş kaldırmada kesici görevi yapan tanelerin büyümesi ile yüzey pürüzlük değerinin ve taşlama oranının arttığı görülmüştür. Bu sonuç, taş taneleri ile yüzey pürüzlülüğü ve taşlama oranı arasında ters bir ilişki olduğunu göstermektedir.” [12].

“I ve M sertliğindeki taşlarda, yüzey pürüzlülüğü büyük farklılık göstermemiştir. Taş sertliği I, M ve Q olan taşlarla yapılan taşlamalarda, taşlama oranları, sertlikle orantılı olarak iyileşirken, yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmektedir.” [12].

“Taş doku numarası büyüdükçe yüzey pürüzlülüğü büyümekte ve taşlama oranları küçülmektedir.” sonucuna ulaşılmıştır. [12].

“İş ilerlemesinin arttırılması ile taşlama oranı önemli derecede düşmekte ve yüzey pürüzlülüğü de artmaktadır.”[12].

“Talaş derinliği de talaş kesitini arttırdığı için, iş ilerlemesi gibi aynı yönde etki ederek taşlama oranını azaltmakta ve yüzey pürüzlülüğü değerini büyültmektedir.” [12].

“Her malzeme değişik aşınma karakterleri gösterdiğinden, taşlama oranları ve yüzey pürüzlülükleri farklı çıkmıştır.” sonucuna ulaşılmıştır. [12].

“Taşlama parametrelerinin (ttb, ts, tad, ii, vb.) yüzey pürüzlülüğü ve taşlama oranına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Tüm malzemelerde Ra ve G lineer bir artma ve azalma gösterirken, Ç51420 (Paslanmaz çelik) lineer olmayan bir değişim göstermiştir.” [12].

6.2.1.1. Yuvarlaklık kusurunun yüzey pürüzlülüğüne etkileri

Jeong G.-B., Kim D.H. ve Jang D.Y. yaptıkları çalışmada, silindirik parçalardaki yuvarlaklık kusurlarının, belirlenmesine yönelik bir metot geliştirmişlerdir. Deneysel çalışmalar yaparak, yuvarlaklık kusurunun daha az bir maliyetle ölçümünü sağlamışlardır.

Üç-nokta ölçüm metoduna dayalı, gerçek gösterim sistemi yuvarlaklık kusurunu ölçmek için geliştirilmiştir. Yuvarlaklık kusuru ise talaş kaldırma işleminde hangi tekniğin kullanılması gerektiğini belirleyen en önemli faktördür. Yuvarlaklık kusuru belirleme işleminin ardından, kesme kuvvetinin belirlenmesi de mümkündür. Böylelikle gerekli kesme sistemleri belirlenebilir. Yapılan araştırmada mekanik ve elektronik sistemler yardımıyla ve formüller kullanılarak ve bilgisayara aktarılan verilerle sonuç çıktı olarak elde ediliyor. Şekil 6.10’da bu çıktılarda bir örnek görülmektedir.

Hassas bir şekilde talaş kaldırma işlemi yapılması istenilen iş parçalarında, yuvarlaklık hataları değerlendirilir. Aşırı yuvarlaklık kusuru bulunan iş parçaları işlenmez. İş parçasının kullanılacağı yere göre, bu hatalarda “kabul edilebilir hata” değeri vardır. Bu değeri aşan iş parçaları, işlenmez veya işlenmiş dahi olsa kullanılmaz. Özellikle bazı makine parçaları da bu geometri biçime daha çok önem verilir. Yüzey pürüzlülük değerini doğrudan etkileyen bir faktördür. Yuvarlaklık kusuru, muhakkak bir parçada vardır. Önemli olan bu kusurun kabul

edilebilir değerler arasında yer alıp almadığıdır. Yapılan araştırmalar; yuvarlaklıktan uzaklaşan parçalarda yüzey kalitesinin düşmekte, yuvarlaklık kusuru az olan iş parçalarında ise yüzey kalitesi artmakta olduğunu belirtmektedir. [13].

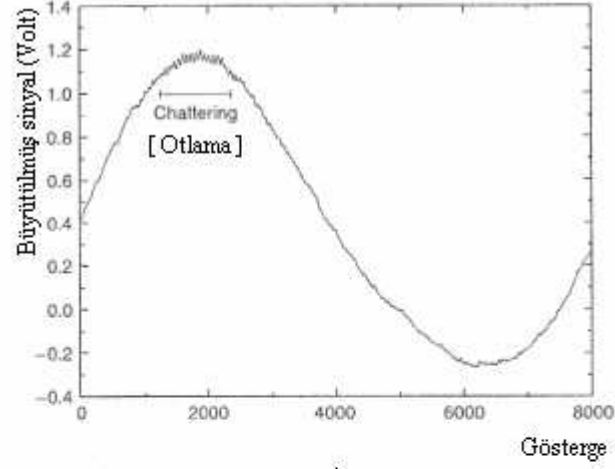


Şekil 6.10. Yuvarlaklık kusuru.

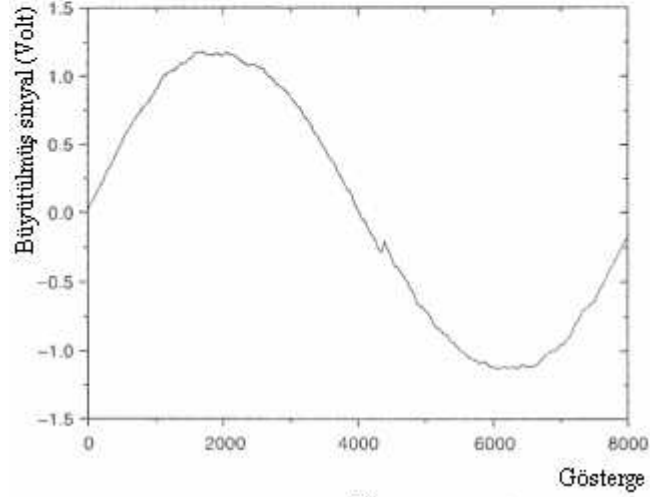
6.2.2. Taşlama işleminde otlamanın gerçekteşmesi

Brambila O.G., Rubio E., Jauregui J.C. ve Ruiz G.H. yaptıkları bir çalışmada; silindirik malzemelerde, taşlama işlemi sonucunda otlamanın meydana gelmesi durumunda, otlama olayının meydana geldiği konum ve zamanı grafiksel çıktı olarak bilgi verebilen bir cihaz bulmuşlardır. Bu uygulamaya,, zaman- frekans analizi adını vermişlerdir. Otlamanın yüzey dalgalılığı bilgisinden karakterize eden, sonuçlarla bu çıkıya ulaşmışlardır.

Wavelet Transform adındaki bu cihazla, silindirik parçaların taşlanması sırasında otlamanın olup olmadığı net bir biçimde gözlenmektedir. Otlamanın olup olmadığını belirlemek için iki temel süreç izlenmiştir. Birincisi; görsel bir incelemedir ve sadece kuvvetli otlama olayını tanımlamadan ibarettir. İkincisi ise; malzeme üzerine yansıtılan bir lazer ışığından oluşmaktadır. Güçlü veya zayıf bir otlamayı beyaz bir ekran üzerine yansıtan koyu çizgiler olarak gösterir. Şekil 6. 11’de görülmektedir.[14].



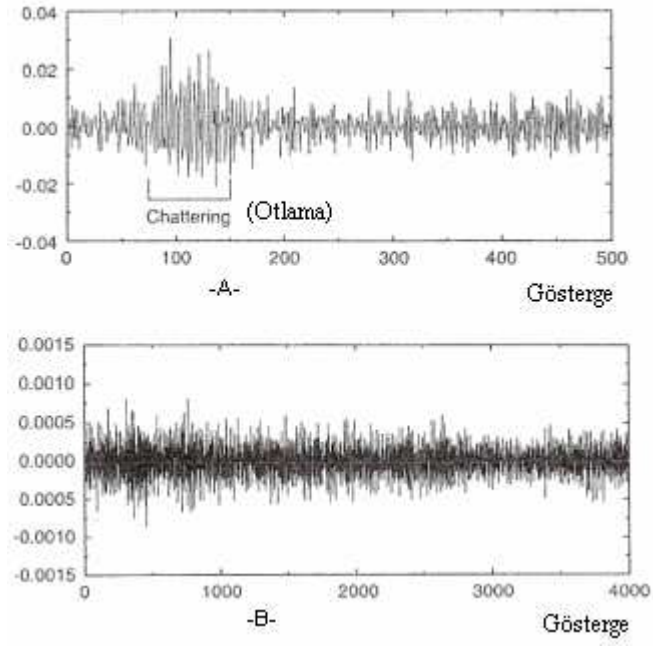
-A-



-B-

Şekil 6.11. Taşlama işleminde otlama olayının meydana gelmesi, a) Otlama sinyalinin meydana geldiği taşlama, b) Otlama sinyalinin meydana gelmediği taşlama.

Wavelet Transform, otlamadan meydana gelen iş parçası yüzeyindeki izole edilmiş titreşim izlerini bulabilir. Hatta iş parçası üzerinde bunların yerlerini gösterebilir. İş parçasının yüzey kalitesini belirlemek için ise, iş parçasının bir kez dönme işleminde bulunması yeterli olacaktır. Elektronik cihazlar ve elmas uçlu iğne algılayıcı tarafından, grafiksel çıktılarda almak mümkündür. Şekil 6.12’de görülmektedir. Belirli skalalarda değerler grafiksel olarak da elde edilebilmektedir. Belirli ölçüde birleşen, veri analizi ölçüm araçlarının gelişmesi açısından ve yüzey kalitesi belirlemede önemli bir adımdır.



Şekil 6.12. Taşlama işleminde otlama olayının grafiksel çıktısı, a) Otlamanın olduğu taşlamanın grafiği, b) Otlamanın olmadığı taşlamanın grafiği.

7. MALZEME VE METOD

Çalışmada kullanılan malzemelerin, standart kodları, sertlikleri ve kimyasal analiz sonuçları çizelge şeklinde açıklanmıştır. Deneyde; kullanılan ölçme tekniği ve deney malzemesinin geometrik boyutları detaylı olarak belirtilmiştir.

7.1. Malzeme

7.1.1. Malzeme seçimi

Bu çalışmada, Makine Kimya Endüstrisi tarafından üretilen ve çok geniş kullanım sahası bulunan aşağıdaki malzemeler kullanılmıştır.

Pirinç; Yaklaşık olarak, %65 bakır ve %35 çinko içerir. Yüksek çekme kuvvetine sahip olup, yay cıvata vb. yapımında sıklıkla kullanılmaktadır. (Yüksek bakır oranlı pirinç)

Ç1010 Alaşimsız makine yapı çeliği (Karbonlu Çelik)

Ç1040 Alaşimsız makine yapı çeliği (Karbonlu Çelik)

Ç2080 Makine yapı çeliği (Takım Çeliği)

7.1.2. Malzeme sertlikleri

Deneyde; kullanılan malzemelerin sertlik dereceleri, Rockwell Sertlik ölçme yöntemi kullanılarak, tespit edilmiştir. Taşlama işleminde, malzeme sertliğinin bilinmesi önemlidir. Hangi malzemeye, hangi sertlikte taş ile taşlanması gerektiğini belirlenmesini sağlayan önemli bir parametredir.

Pirinç (Yüksek bakır oranlı pirinç)	120 HRB
Ç1010 Alaşimsız makine yapı çeliği (Karbonlu Çelik)	140 HRB
Ç1040 Alaşimsız makine yapı çeliği (Karbonlu Çelik)	172 HRB
Ç2080 Makine yapı çeliği (Takım Çeliği)	284 HRB

7.1.3. Kimyasal analizler

Deneyde; kullanılan malzemelerin kimyasal analiz sonuçları çizelge, şeklinde sunulmuştur. Malzemelerin içerikleri, dört malzemenin de standartlar içerisinde olduğunu ispatlamaktadır.

Çizelge 7.1. Pirinç malzeme için kimyasal analiz değerleri.

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
Çinko (Zn)	37,61	Silisyum (Si)	0,016	Mangan (Mn)	<0,001
Fosfor (P)	0,004	Kükürt (S)	<0,001	Krom (Cr)	<0,001
Molibden (Mo)	<0,01	Nikel (Ni)	0,079	Alüminyum (Al)	0,029
Kobalt (Co)	<0,001	Bakır (Cu)	58,25	Berilyum (Be)	0,0024
Bor (B)	0,0005	Kadmiyum (Cd)	0,0004	Bizmut (Bi)	0,002
Kurşun (Pb)	3,394	Kalay (Sn)	0,291	Arsenik (As)	0,019
Zirkonyum (Zr)	<0,001	Antimon (Sb)	0,013	Demir (Fe)	0,287

Çizelge 7.2. Ç1010 malzeme için kimyasal analiz değerleri.

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
Karbon (C)	0,356	Silisyum (Si)	0,191	Mangan (Mn)	0,784
Fosfor (P)	0,0221	Kükürt (S)	0,0501	Krom (Cr)	0,324
Molibden (Mo)	0,0224	Nikel (Ni)	0,101	Alüminyum (Al)	0,0274
Kobalt (Co)	0,0133	Bakır (Cu)	0,352	Niobium (Nb)	0,00259
Titanyum (Ti)	0,0316	Vanadyum (V)	0,00583	Wolfram (W)	<0,0068
Kurşun (Pb)	<0,00104	Kalay (Sn)	0,0179	Arsenik (As)	0,0101
Zirkonyum (Zr)	<0,00099	Antimon (Sb)	<0,0022	Demir (Fe)	97,6

Çizelge 7.3. Ç1040 malzeme için kimyasal analiz değerleri.

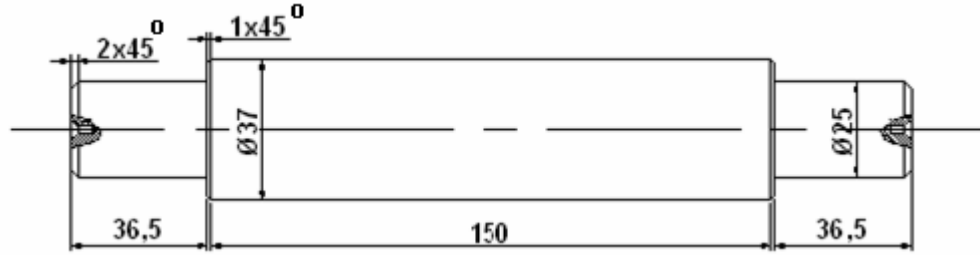
ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
Karbon (C)	0,539	Silisyum (Si)	0,199	Mangan (Mn)	0,898
Fosfor (P)	0,0215	Kükürt (S)	0,0418	Krom (Cr)	0,127
Molibden (Mo)	0,0218	Nikel (Ni)	0,106	Alüminyum (Al)	0,0246
Kobalt (Co)	0,0137	Bakır (Cu)	0,338	Niobium (Nb)	0,00265
Titanyum (Ti)	0,0318	Vanadyum (V)	0,00502	Wolfram (W)	<0,0070
Kurşun (Pb)	<0,00101	Kalay (Sn)	0,0175	Arsenik (As)	0,0107
Zirkonyum (Zr)	<0,00097	Antimon (Sb)	<0,0022	Demir (Fe)	97,3

Çizelge 7.4. Ç2080 malzeme için kimyasal analiz değerleri.

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
Karbon (C)	0,350	Silisyum (Si)	0,339	Mangan (Mn)	0,982
Fosfor (P)	0,0492	Kükürt (S)	0,0273	Krom (Cr)	0,892
Molibden (Mo)	0,0188	Nikel (Ni)	0,919	Alüminyum (Al)	0,0092
Kobalt (Co)	0,0358	Bakır (Cu)	0,427	Niobium (Nb)	0,00269
Titanyum (Ti)	0,40	Vanadyum (V)	0,0385	Wolfram (W)	<0,0072
Kurşun (Pb)	<0,01200	Kalay (Sn)	0,0428	Arsenik (As)	0,00803
Zirkonyum (Zr)	<0,00099	Antimon (Sb)	<0,0022	Demir (Fe)	94,41

7.1.4. Numunelerin hazırlanması

Her bir malzeme; 37 mm çapında ve 225mm boyunda ve 150mm taşlama yüzeyine sahip olacak şekilde, torna tezgâhında iki punta arasında hassas bir şekilde işlenmiştir. Punta delikleri hassas bir biçimde açılmıştır. İki punta arasında taşlanabilmesi için ve firdöndü bağlanabilmesi için, iş parçasının iki tarafına da 36,5mm boyunda ve 25mm çapında faturalar açılmıştır. Ayrıca tüm numunelere seri numarası numaratorle vurulmuştur. Tornalama ve taşlama işlemleri sonrasında malzemelerin birbiri ile karışmaması için bu uygulama yapılmıştır. Numune parçaların teknik resmi Şekil 7.1’de gösterilmiştir. Ayrıca numunelerin fotoğrafları da Şekil 7.2’de gösterilmiştir.

**Şekil 7.1.** Numune parçalarının teknik resmi.



Şekil 7.2. Tüm numune parçalarının taşlanmadan önceki fotoğrafı.

7.2. Zımpara Taşı Özellikleri

7.2.1. Aşındırıcı malzeme seçimi

Bu araştırmada, geleneksel yapay aşındırıcı grubuna giren, yaygın bir üretim ve kullanım alanı bulunan, saf korund diğer bir adıyla, asil korund aşındırıcı tipi seçilmiştir. Aşındırıcı sembolü taş üzerinde EKR olarak ifade edilmektedir.

Aşındırıcı malzemeler, doğal zımpara taşları ve yapay zımpara taşları olmak üzere iki ana grupta bulunmaktadır.

Yapay zımpara taşlar da; Alüminyum Oksit (Korund) (A), Silisyum Karbit (C), Elmas, Borazon zımpara taşları (BN), Berilyum Oksit zımpara taşları ve Bor-Karbit zımpara taşlarıdır.

Çalışmada; Saf Korundu seçtik, özellikleri; hiçbir katık maddesi ilave edilmeksizin, bileşiminde %99,5 oranında alüminyum oksit bulunan beyaz veya gül pembesi renkte aşındırıcıdır. Kristallerin sertliği 9,4 Mohs olduğundan aşındırıcı taneler hafif zorlanma olduğunda, kolayca ufalanabilecek birleştirme maddeleri ile birleştirilir. Bu zımpara taşları genellikle çelik, sert ve sertleştirilmiş parçaların taşlanması, aynı zamanda kesici aletlerin bilenmesinde kullanılmaktadır.

7.2.2. Taş tane büyüklüğü seçimi

Tane büyüklüğünü belirlemede, 220 taneye kadar elemeye, 200'den sonra ise suda çöktürme yapılarak sınıflandırma yapılmaktadır. Çok ince taneler zımpara taşı yapımından ziyade, honlama ve lepleme işlemlerinde kullanılmaktadır [5].

Taşlamacılıkta kullanım oranı en yüksek olanlar orta ve ince grubu oluşturan değerlerdir. Bu neden göz önünde bulundurularak, 60 tane büyüklüğü seçilmiştir.

7.2.3. Taş tane dokusunun seçimi

Aşındırıcı tanelerin birleştirme maddesi ile birlikte preslenerek şekillendirilmesi sırasında, tanelerin birbirine olan uzaklığı presleme kuvvetine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu uzaklıkla ilişkili olarak, taşın yapısında gözenekler meydana gelir. En sık doku 0 ile tanımlanırken, en seyrek doku 14 ile ifade edilmektedir [5].

Bu araştırmamızda, tanelerin ideal dizildiği kabul edilen, 6 numaralı doku kullanılmıştır. Orta sıklıktaki bir doku olarak sınıflandırılmaktadır.

7.2.4. Taşın birleştirme maddesinin seçimi

Aşındırıcı taneleri bir arada tutarak taş şeklini oluşmasını sağlayan, birleştirme maddeleridir. Her bir aşındırıcı tane birer takım kabul edilirse, birleştirme maddesi için takım tutucusu benzetmesini yapılabilir.

Değişik taşlama şartlarında, birleştirmenin fiziksel gereği olarak taneler aşınacak, dökülecek ve yeni tanelerle taşın taşlama yüzeyinin görevini sağlıklı bir şekilde sürdürebilmesini sağlayacaktır. Taşın elastikiyeti veya kırılganlığı, ısı geçirgenliği ve birleştirme maddesi ile aşındırıcı ara yüzeyindeki tutma kuvveti birleştirme maddesi çeşidiyle ilgilidir. Ayrıca taşlama performansını arttırmak ve yağlamaya destek olmak gibi etkileri de vardır [8].

Birleştirme maddeleri iki önemli grupta ele alınabilir. Organik birleştirme maddeleri ve inorganik birleştirme maddeleridir.

Çalışmamızda inorganik birleştirme grubundan, seramik (Ke) veya (V) sembolleri ile ifade edilen, birleştirme maddesi kullanacağız genel özellikleri; esas olarak camsı birleştiricilerdir. Uygulanan kuvvetten dolayı kırılan veya aşınan aşındırıcı taneleri rijit olarak tutan, bunun yanında nispeten kırılğan bir yapıdadır. Seramik birleştirme maddeleri ergime dereceleri oldukça yüksek ve ısı geçirmez özelliktedirler. Genellikle aşındırıcı ile kimyasal

birleşime girerler. Gerek kullanım alanı yaygınlığı, gerekse özellikleri bakımından seramik birleştirme tercih edilmiştir.

7.2.5. Taş sertliği seçim

Taşların sertliği A'dan Z'ye kadar kodlanmıştır. A en yumuşak taş, Z ise en sert taş ifade etmektedir. Biz çalışmamızda K sertliğinde taş seçtik, nedeni ise zımpara taşları en yaygın kullanım alanı itibarıyla yumuşak, orta ve sert taşların çok kullanılıyor olmasıdır. K sertlik derecesindeki taş ise yumuşak zımpara taşı grubunun en sert taşı olmasıdır. Yani bir anlamda, imalatta en çok kullanılan sertlikte bir taş olmasıdır.

7.2.6. İşin ilerlemesi

Silindirik taşlamada seçilebilecek en büyük ilerleme, taşın her bir devrinde taşın kendi genişliği kadar ilerlemesi veya tablanın taş genişliği kadar taş önünden geçmesidir. Genelde işin ilerlemesi, kaba yüzeyler için büyük, bitirme yüzeyleri için küçük seçilir. Aşağıdaki formüllerle hesaplanır [12].

i_i	: İşin bir devrinde, taş önündeki boyuna ilerleme miktarı,	mm/dev
V_t	: Tabla hızı,	m/dak
d_i	: İş parçasının çapı	mm
n_i	: İş parçasının devir sayısı	dev/dak.
V_i	: İş parçasının çevresel hızı	m/dak.

$$i_i = \frac{1000 \cdot V_t}{n_i} \quad \text{mm/dev} \quad \text{veya} \quad [10]$$

$$i_i = \frac{\pi \cdot d_i \cdot V_t}{V_i} \quad \text{mm/dev} \quad [11]$$

$$i_i = 1000 \cdot 2,5 / 255 \Rightarrow 10 \text{ mm/dev olarak ayarlanmıştır.}$$

7.2.7. Talaş derinliği

Taşlamada talaş derinliği, taşı oluşturan aşındırıcı tane büyüklüğü ile ilişkilidir. Aktif yüzeyde, tanenin en az yarısının aş gövdesinde olduğu düşünülmektedir. Diğer yarısı ise kesmeye hazır uç olarak kabul edilmektedir. Bu da normal bir silindirik taşlama işleminde

maksimum talaş derinliğini ifade eder. Çalışmamızda 60 taneli taş seçildiği için ve 1' (inch)'lik ölçü eleğinden düşen tane sayısı 60'tır [3].

$$1' = 25,4 \text{ mm den } \Rightarrow 25,4 / 60 = 0,423 \text{ mm 'dir.}$$

Bulunan rakamın yarı değeri 0,212 mm 'dir.

Malzeme sertliğine göre verilecek maksimum talaş miktarı değişkendir. Taşlama imalatında son işlem kabul edildiği için, mümkün olduğu ölçüde talaş derinliği az seçilmelidir. Çalışmamızda 0,01 mm talaş derinliği seçtik.

7.2.8. Taş bileme oranı

Zımpara taşları, her bir tanesi ayrı bir kesici olarak hesaba katıldığında, talaşlı imalatında kullanılan kesiciler arasında takım değiştirme veya bileme yönünden en az dayanımı olan kesiciler arasındadır. Taşlar yapısı gereği ve büyüklüklerine göre yüzler, binler, hatta milyonlarla ifade edilen sayıdaki tanelerle kesme işini yaparlar. Aynı taş kullanılmasına rağmen taşın bilenme metodu, kullanılan bileme metodu, kullanılan bileme aracı ve seçilen bileme değeri ile taş çevresindeki aktif olarak kesmeye katılacak tane sayısına göre değişkenlik gösterir [5].

Talaşlı imalatında kullanılan diğer kesiciler, köreldikten sonra, genellikle yenisi ile değiştirilir. Taşlamada ise mutlaka bilenmek zorundadır. Bu bileme zorunluluğu da taş bileme parametresinin ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir.

Taşın bilenmesinde, taş tane büyüklüğü, yapılacak taşlamanın cinsi ve istenilen yüzey pürüzlülük değeri, belirleyici olmaktadır.

Taş bileme oranı (tbo), taşın bilenmesinde, bileyiciye verilen, bileme derinliğinin (bd), taşın her devrinde bileyicinin taş önünden geçerek aldığı yola (bi) oranıdır [3].

$$tbo = \frac{bd}{bi} \quad [11]$$

bd : Bileme oranı $0 \leq bd / bi \leq \frac{1}{2}$

bi : Bileme ilerlemesi

do : Ortalama teorik tane çapı (mm)

dg : Ortalama gerçek tane çapı (mm)

ttb : Taş tane büyüklüğü

Ortalama teorik tane çapı için $0 \leq bi \leq do$, $0 \leq bi / do \leq 1$

$$\text{Ortalama gerçek tane çapı için } 0 \leq b_i \leq d_g, \quad 0 \leq b_i / d_g \leq 1$$

$$d_o = 25,4 / ttb \quad (\text{mm}) \quad [12]$$

Bu alışmamızda, $tbo = 1/4$ veya $1/2$, ayrıca $b_i / d_g = 1/2$, olarak seçilmiştir. Bileme adımı ilerleme seçilirken d_g esas alınmıştır. Deneyde kullanılan taşlar için bileme derinliği ve adımı izelge 7.5. 'de görülmektedir [3].

Çizelge 7.5. Deney taşlarının bileme derinlikleri ve adımları.

ttb (taş tane byklği)	do (mm)	dg (mm)	tbo = bd / bi = 0,25		tbo = bd / bi = 0,50	
			bd (mm)	bi (mm/dev)	bd (mm)	bi (mm/dev)
60	0,423	0,275	0,034	0,136	0,068	0,136

7.2.9. Çevresel hız oranı

Silindirik taşlamada önemli olan parametrelerden biri d_e ; taşın çevresel hızı ile, işin çevresel hızı arasındaki orandır [3].

ζ_{ho} : Çevresel hız oranı

V_t : Taşın evresel hızı m/s

V_i : İşin evresel hızı m/s

$$\zeta_{ho} = \frac{V_t}{V_i} \quad [13]$$

Silindirik taşlamının gerçekleşmesini sağlayan iki temel hareket; taşın ve işin dönmesidir. Çalışmamızda taşın dönmesi sabittir; 30 m/s'dir. İdeal evresel hız oranı genelde, 100 olarak seçilmektedir. Böylelikle;

$$\zeta_{ho} = V_t / V_i \Rightarrow V_i = 0,3 \text{ m/s bulunur.}$$

$$V_i = 18 \text{ m/dak. olur.}$$

Hesaplanan evresel hızları elde etmek için, iş parçasına verilecek devir sayısı ise,

$$n = \frac{1000 \cdot V_t}{J \cdot d_i} \Rightarrow 155 \text{ dev/dak. bulunur.} \quad [14]$$

7.2.10. İş parçasının devir sayısı

Çalışmamızın yapıldığı tezgâhın, iş parçasının devir sayısını 38, 64, 95, 155, 255, 380 dev/dak. 'dır. Silindirik taşlamada, iş parçasının çapı büyürse, devir sayısı düşmektedir. Yukarıdaki hesaplamanın da yardımıyla, 155 dev/dak.'ya tezgâhımızı ayarlanmıştır.

7.2.11. Taşlama süresi ve taş bileme süresi

Deney uygulamasında; numune parçaları 5 dakika süre ile taşlanmıştır. Her taşlamadan sonra ise 1 dakika süre ile zımpara taşlarımız bilenmiştir. Bileme işlemi, taş yüzeyinde 12 defa gidip gelerek gerçekleştirilmiştir.

7.3. Deneyin Yapılışı

Deney parçalarının, bir model çalışması yerine gerçek çalışma ortamında yapılmıştır. Deneilerin taşlanması için, taşlama atölyesinden yararlanılmıştır.

Kullanılan taşları öncelikle dengelenme sehpasında dengelenerek, takılmıştır. Daha sonra tüm teknolojik kurallar tek tek uygulanarak, deneyde sağlıklı sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir.

Daha önceden belirlenen, tüm işleme parametreleri titizlikle uygulanmıştır. İş parçası iki punta arasına alınarak taşlanmıştır.

Deneyde, iki zımpara taşı kullanılmıştır. İki zımpara taşının tüm özellikleri bir nokta dışında aynıdır. Bu unsur, ilk zımpara taşının, hiçbir işleme tabi tutulmadan düz bir şekilde, taşlama tezgâhına bağlanarak, tüm parçaların taşlanmasıdır. Düz yüzeyli taş olarak nitelendirilen taş; 350x50x127 boyutlarındadır.

Helisel kanallı taş, olarak nitelendirilen taş ise dış boyutları ve diğer özellikleri aynıdır. Ancak, bu taş; 5mm genişliğinde ve adımı 10mm olan helisel bir kanal açılmış olmasıdır. Bu helisel oluğun derinliği 3mm'dir.

Her iki zımpara taşı kullanılarak, dört farklı malzemeden oluşan deney parçaları taşlanmıştır. Taşlama işleminde Ra, Rz ve Rq değerleri bakımından, yüzey pürüzlülük değerleri ölçülerek, çıktılar alınıp ve karşılaştırma yapılmıştır. Ayrıca, tüm iş parçalarının çevresel salgı hataları (Yuvarlaklık Kusuru), grafiksel olarak çıkarılmıştır.

Taşlama süreleri ve taşların bilenmesi metodu ve süresi de sabit tutulmuştur.

Çalışma, sırasında soğutma sıvası olarak, bor yağ kullanılmıştır.

Bu çalışmada amaç, düz yüzeyli bir zımpara taşı ile helisel oluğa sahip aynı özellikteki zımpara taşının dört farklı malzemede, meydana getirdiği yüzey pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılmasıdır.

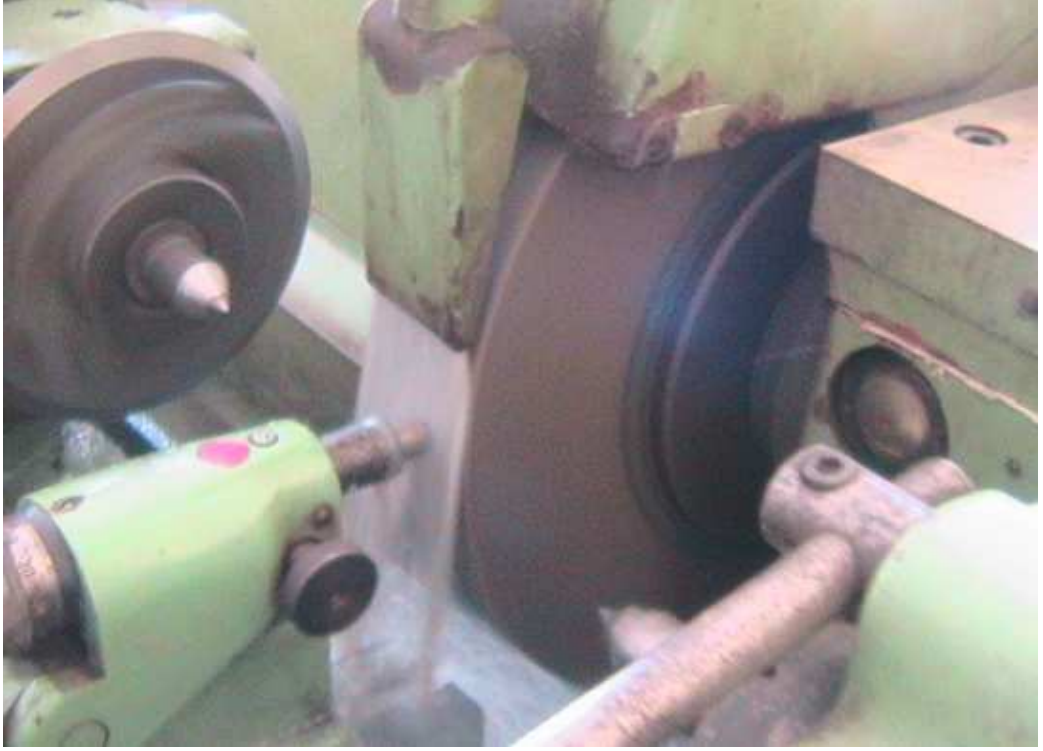
7.3.1. Düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işlemi

Zımpara taşı 350x50x127 TS 291 EK 60 K 6 E 30, etiketine sahip bir taştır. Bu zımpara taşı kullanılarak, dört ayrı numune aynı parametreler kullanılarak taşlama işlemine tabi tutulmuştur. Şekil 7.3. 'de birinci zımpara taşı kullanılarak, yapılan bir numunenin taşlanması görülmektedir.



Şekil 7.3. Düz yüzeyli zımpara taşı ile bir numunenin taşlanması.

Her iş parçası, 5dk süre ile ve daha önce belirtilen parametreler çerçevesinde taşlanmıştır. Her taşlama işleminden sonra ise aynı bileme metodu kullanılarak zımpara taşları elmas ile 12 talaşta (12 defada) bilenmiştir. Şekil 7.4.'te bileme işlemi görülmektedir.

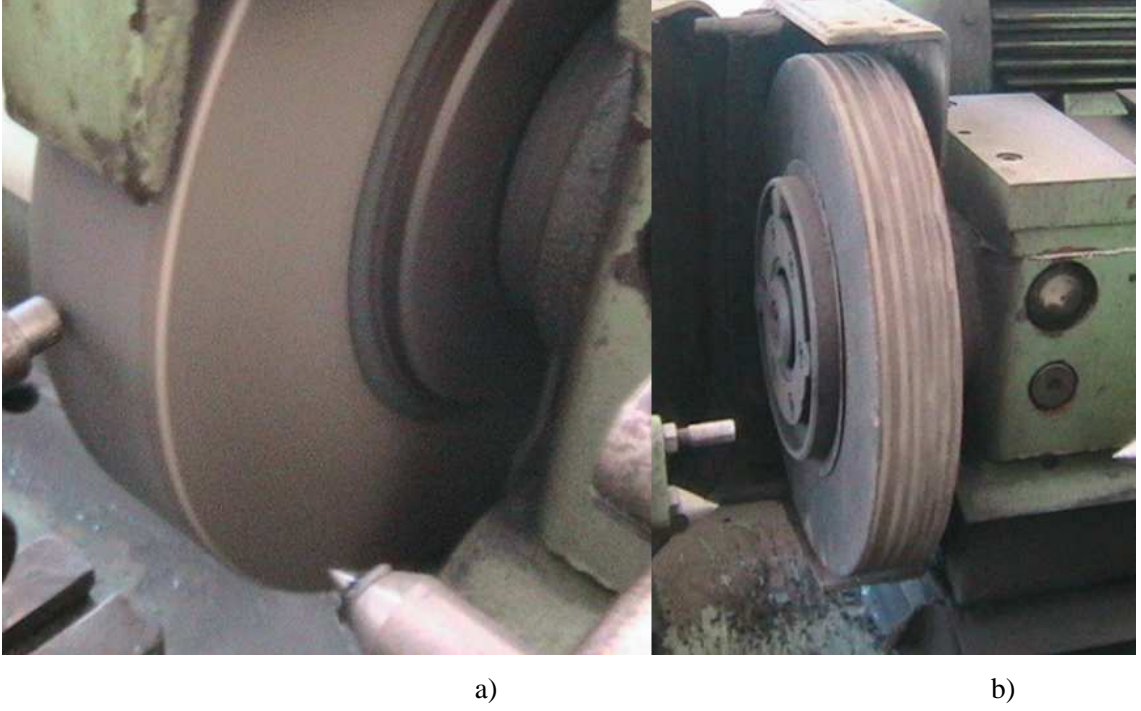


Şekil 7.4. Düz yüzeyli zımpara taşının elmas ile bilenmesi.

Tüm numuneler taşlandıktan sonra yüzey pürüzlülükleri ölçülmek üzere özenle korunarak, yüzey pürüzlülük ölçüm noktasına taşınmıştır. Yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüştür. Gerekli çıktılar alınmıştır. Ayrıca her bir numunenin çevresel salgı değerleri belirlenmiştir.

7.3.2. Helisel kanallı zımpara taşı ile taşlama işlemi

Helisel kanallı zımpara taşı, düz yüzeyli zımpara taşının tüm özelliklerini taşımaktadır. Ancak bu zımpara taşı 5mm genişliğinde, 3mm derinliğinde ve 10mm adımında helisel bir oluk açılmıştır. Böylelikle ilk zımpara taşına göre, taşlama işleminde iş parçasına talaş kaldırmak için daha az yüzey temas etmiştir. Taşlama sırasında otlamanın önlenmesi sağlanmıştır. Şekil 7.5. 'de düz zımpara taşı ve helisel kanallı zımpara taşı görülmektedir.



Şekil 7.5. Deneyde kullanılan taşlar, a) Düz yüzeyli zımpara taşı, b) Helisel kanallı zımpara taşı.

Her taşlamadan sonra yine bileme işlemi yapılmıştır. Tüm malzemeler taşlandıktan sonra yüzey pürüzlülük değerleri ölçülmüş ve çıktılar alınmıştır. Ayrıca her bir numunenin çevresel salgı değerleri belirlenmiştir.

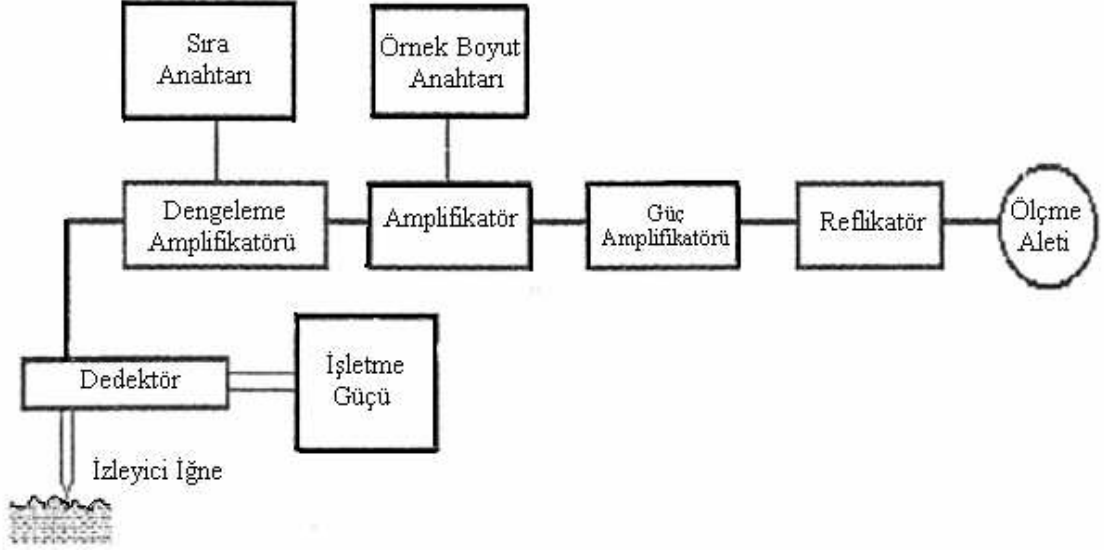
7.3.3. Yüzey pürüzlülük ölçümü

Yüzey pürüzlülük ölçümü ile ilgili birçok parametre vardır. Çalışmamızda 3 tane parametreyi inceledik. Bunlar; dünyada imalat sektöründe, en çok kullanılanı profil sapmalarının aritmetik ortalaması Ra'dır; yüzeydeki girinti ve çıkıntıların toplam alanlarının eşit olduğu, düzlemi referans kabul ederek, bu düzleme göre üstte veya altta kalan alanların eşit olduğu, ikinci bir düzleme olan uzaklığın ölçüldüğü ortalama yüzey pürüzlülük değeridir. Ortalama on nokta yükseklik Rz ise; en yüksek 5 girinti ve 5 çıkıntının profil sapmasının ortalamasıdır. Son olarak da profil tepesinin maksimum yüksekliği Rq 'dur. Ortalama çizgiden başlayıp profilin en üst tepe noktasına kadar olan yüksekliktir.

7.3.3.1. Pürüzlülük ölçüm metodu

İki ayrı taş ile taşlanan numuneler, yüzey pürüzlülük değerleri ölçümünde, profil metodu seçilmiştir. Bu amaçla, ölçülen yüzey üzerine temas eden 60° uç açılı 12,5µm çapında elmas iğnesi bulunan ve temas ettiği yüzeye 1,5 gramdan az baskı yaparak profil değişimini Ra,

Rz ve Rq cinsinden okuyabilen (Mitutoyo SURFTEST SJ-301), ayrıca okunan değerlendirme uzunluğundaki profilleri grafik üzerine aktarmayı sağlayan bir kaydedici cihaz kullanılmıştır. Şekil 7.6. 'da sistemin çalışma sistemi görülmektedir.



Şekil 7.6.. İzleyici uçlu SurfTest SJ-301 pürüzlülük cihazının ölçme prensibi.

Ölçülen değerlendirme uzunluğu (L_d), seçilen numune uzunluğunun en az beş katı seçilmiştir.

Pürüzlülük ölçme cihazına ait olan kriterlerin TSE 2578/Aralık 1988'deki numune uzunluklarına ve TSE 930/Kasım 1990'daki hassasiyet standartlarına uygunluğu belirlenmiştir [18].

7.3.3.2. Yüzey pürüzlülük ölçüm uygulaması

Ra, Rz ve Rq değerlerini ölçmek için yüzey pürüzlülük ölçme cihazındaki, ayarlanabilir skala değerleri $5\mu\text{m}$ 'dir. Skala 20 eşit aralığa bölünmüş olup, her iki çizgi arası değer, (okuma hassasiyeti) $5\mu\text{m}$ 'dir.

Ölçüm işlemi gerçekleştirilmeden önce, yüzey pürüzlülük ölçme cihazı, değeri önceden bilinen silindirik olarak taşlanmış, kalibrasyon parçaları ile kalibre edilmiştir.

Ölçülmek istenilen yüzey pürüzlülüğü, maksimum okuma hassasiyeti elde etmek amacı ile her deney için mümkün olan en küçük skala değerlerine ayarlanmıştır.

Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazının sağlıklı ölçüm yapabilmesi için izleyici ucun iş üzerinde geçiş hızı, $0,5\text{ mm/s}$ olarak ayarlanmıştır. Böylelikle Ra, Rz ve Rq arasında kurulan ilişkiye göre en uygun seçim yapılmıştır.

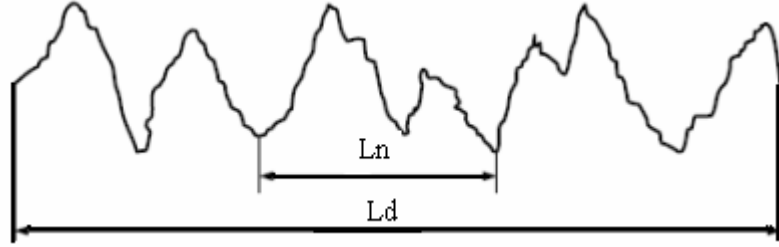
Daha önce yapılan çalışmalarda; izleyici uçun iş üzerinde geçiş hızları 6 mm/s ve 2 mm/s ayarlanmış olduğu gözlemlenmiştir. Ancak günümüzdeki cihazlarda bu hızı çok daha aza indirmek mümkün olduğu için 0,5 mm/s 'lik hız değeri seçilmiştir.

Ölçülecek yüzey uzunluğu (L_d), seçilen örnekleme uzunluğu (L_n) en az 5 katı alınmalıdır [12].

L_d : Ölçülen değerlendirme uzunluğu

L_n : Seçilen numune uzunluğunu veya kesici noktanın ilerleme hızı

Bazı kaynaklarda $L_d = L$, olarak alınmıştır. Yine bazı kaynaklarda ve yüzey pürüzlülük ölçüm cihazında, $L_n = \lambda$, olarak ifade edilmektedir. Şekil 7.7.'de görülmektedir.



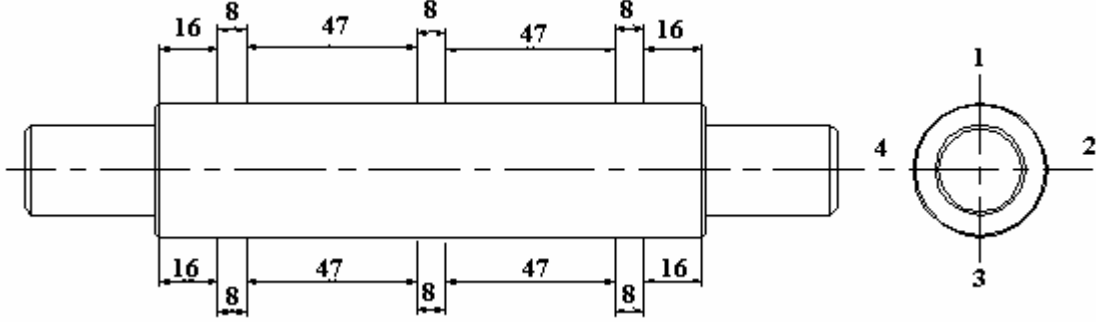
Şekil 7.7. Ölçülen değerlendirme uzunluğu (L_d) ve kesici noktanın uzunluğu (L_n).

Yüzey pürüzlülük ölçme cihazına ait olan kriterlerin TSE 2578/Aralık 1988 'deki numune uzunluklarına ve TSE 930/Kasım 1990 'daki hassasiyet standartlarına uygunluğu belirlenmiştir [16,17,18].

Çalışmada, ölçülen değerlendirme uzunluğunu (L_d), 8mm aldık. Daha önce yapılan akademik çalışmalarda bu uzunluklar; 0,076 mm, 0,25 mm, 0,76 mm ve 2,54 mm olarak alınmıştır. İmalat sanayinde ise maksimum 4 mm alınmaktadır.

Ölçme işlemine geçmeden önce ortam sıcaklığı 20°C olarak ölçülmüş ve cihaz titreşimi kontrol edilmiştir. Taşlanan her numunenin yüzey pürüzlülüğü, işin yüzeyi basınçlı hava ile temizlendikten sonra ölçülmüştür.

Ölçme işlemi, numunenin her iki ucu ve ortadan olmak üzere üç ayrı noktadan ve iş parçası, her seferinde 90° döndürülerek 4 ayrı eksen üzerinden alınmıştır. Tek bir eksen ölçümü sonucunda; R_a , R_z ve R_q değerleri çıktı olarak alınmıştır. Alınana çıktı grafikleri, 2000 kez büyütülmüş olarak elde edilmiştir. Ayrıca bir eksen üzerinde 150 mm tam işlenmiş boyu ölçmek mümkün olmadığı için, aynı eksen üzerinde 3 ayrı noktada 8 mm'lik kısım ölçülmüştür. Şekil 7.8.'de numune parçasının ölçüm uzunlukları görülmektedir.



Şekil 7.8. Numune parçasının ölçüm uzunlukları.

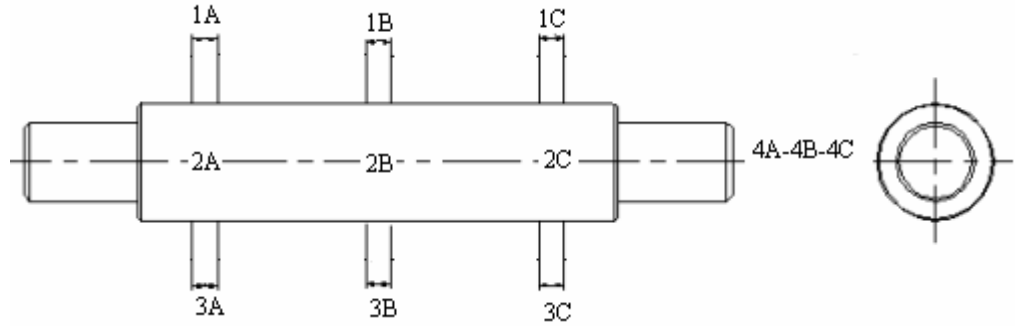
Yüzey pürüzlülük cihazı ile ölçüm aralıklarımız;

1A, 2A, 3A ve 4A için, 16 mm - 24 mm aralığıdır. (8 mm)

1B, 2B, 3B ve 4B için, 71 mm - 79 mm aralığıdır. (8 mm)

1C, 2C, 3C ve 4C için ise 126 mm – 134 mm aralıklarıdır. (8 mm).

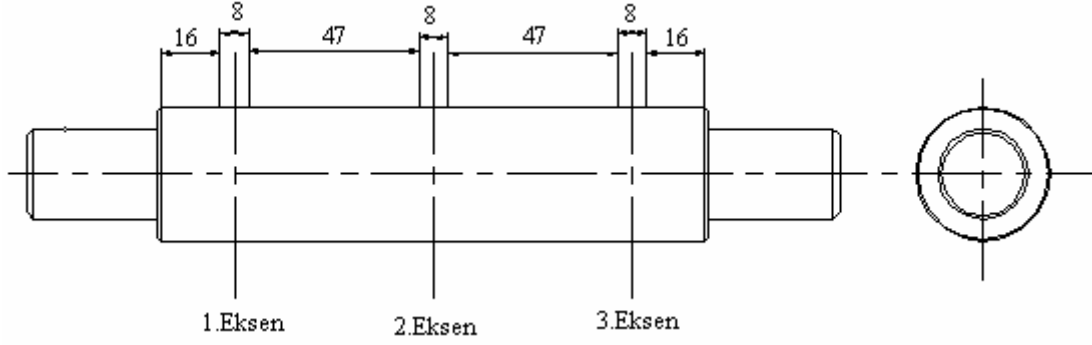
Şekil 7.9'da yüzey pürüzlülüğü ölçümü yapılan yüzeylerin, tümü gösterilmektedir.



Şekil 7.9. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm yüzeyleri.

Her bir numuneyi, birbirine 90°'lik açıda 4 ayrı eksen ve her ekseni de başı, ortası ve sonu olmak üzere 3 ayrı noktada 8mm'lik boyda ölçme işlemi yapılmıştır. Yani her bir parça 12 ayrı noktadan ölçülmüş olmaktadır. Yine aynı, 3 eksen üzerinden, yuvarlaklık kusuru ölçümü yapılmıştır. Şekil 7.10'da yuvarlaklık kusuru ölçümü yapılan yüzeyler (eksenler) görülmektedir.

Toplamda bir numune 15 ayrı ölçüme işlemine tabii tutulmuştur. Değerlendirme kısmında ise Ra, Rz ve Rt değerlerinin, aritmetik ortalamaları, üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

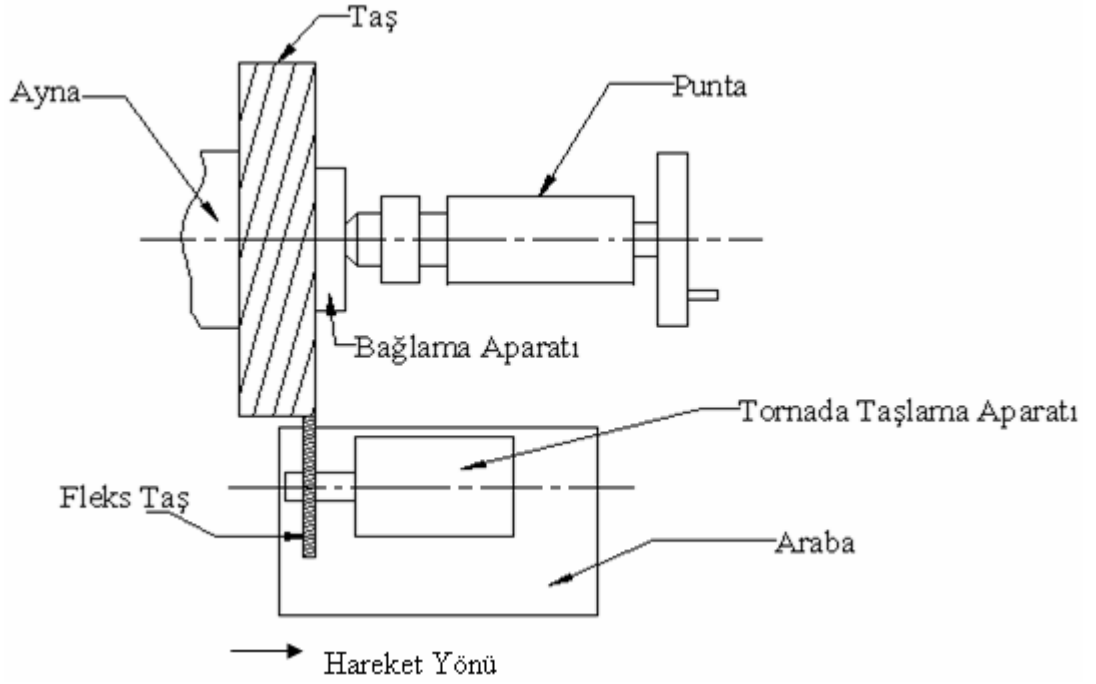


Şekil 7.10. Yuvarlaklık kusuru ölçüm eksenleri.

7.4. Helisel Kanallı Taşın Yapılışı

Deneyde; 350x50x127 TS 291–3 EKR 60 K 6 V 30 standart etiketine sahip zımpara taşı kullandık. Aynı taşı, ikinci bir taş haline getirmek için; helisel oluklar açtık.

Tornada, taşlama yapabilmek için kullanılan aparata, mermer taşını kesme işleminde kullanılan fleks taş takıldı. Fleks taşın kesme yüzeyinin genişliği, 5 mm olduğu için, torna adımını tıpkı bir vida çekme işlemindeki gibi 10 mm olacak şekilde ayarlandı. Torna en düşük devre alındı ve özel bir bağlama aparatı ile 3 mm derinliğinde, 10 mm adımlı ve 5 mm kanal derinliklerine sahip, helisel kanallı bir taş haline getirildi. Taşa, helisel kanal açma işleminin şematik resmi Şekil 7.11.'da görülmektedir.



Şekil 7.11. Zımpara taşına helisel kanal açılması işlemi.

Deneyde, helisel kanallı taş olarak adlandırılan taş, Şekil 7.12.'de görülmektedir.

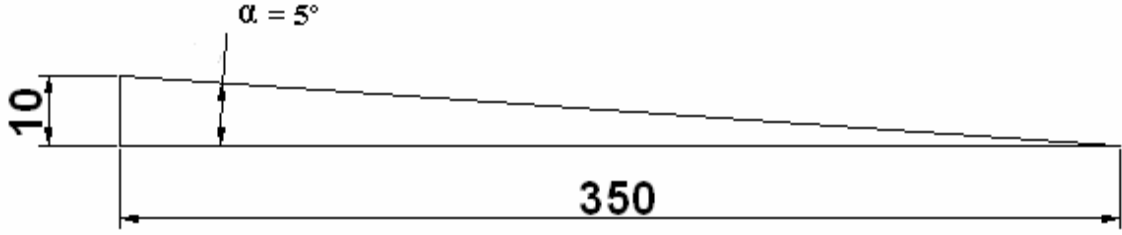


Şekil 7.12. Helisel kanallı zımpara taşı.

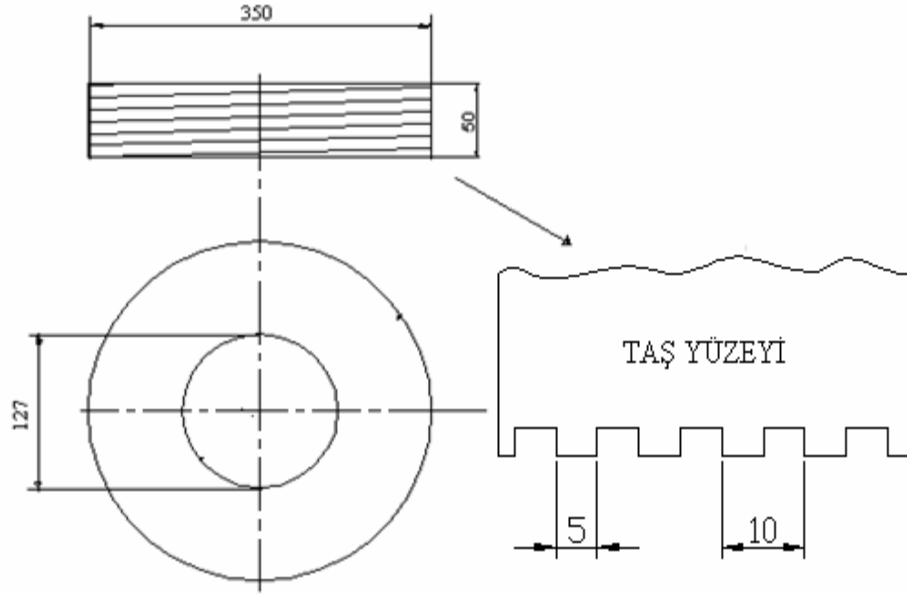
Helisel kanala sahip olan zımpara taşının boyutları; 350 mm çapında, 127 mm göbek deliğine sahip ve 50 mm genişliğinde bir taştır. Şekil 7.12'de helisel kanallı zımpara taşının fotoğrafı görülmektedir. Helisel kanal açıldıktan sonra, taşlama sırasında iş parçasına 50 mm

değil, yaklaşık 25 mm genişliğinde bir kısmı, talaş kaldırma işleminde bulunmuştur. Şekil 7.13.'de zımpara taşının, helisel oluk açıldıktan sonraki, helis açısının değeri görülmektedir.

$\tan \alpha = 10/350 \Rightarrow 0,028 \Rightarrow 5^\circ$ 'lik bir açiya sahip helisel bir oluk bulunmaktadır.



Şekil 7.13. Zımpara taşımızın sahip olduğu helis açısı görülmektedir.

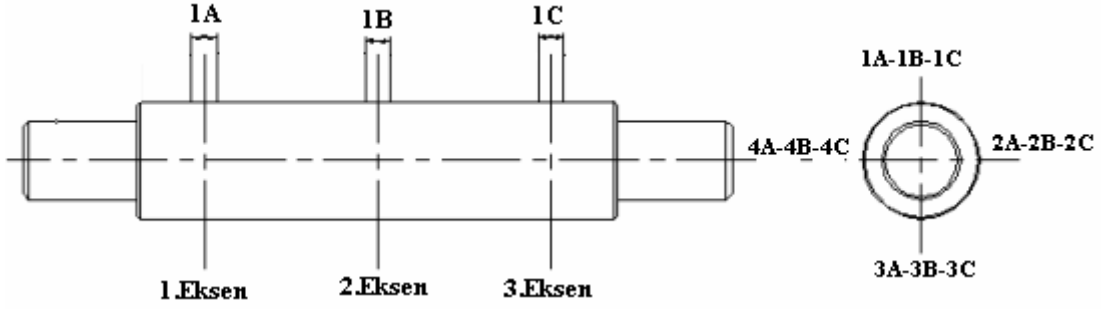


Şekil 7.14. Helisel kanallı taşın teknik resmi.

Şekil 7.14'de ise helisel kanallı taşın teknik resmi görülmektedir. Helisel kanalı açmak için kullanılan fleks taşın, genişliği, helis genişliği olmuştur. Bu sebepten helisel kanallı taşın adımı (t), 10mm 'ye eşit olmaktadır.

8. BULGULAR

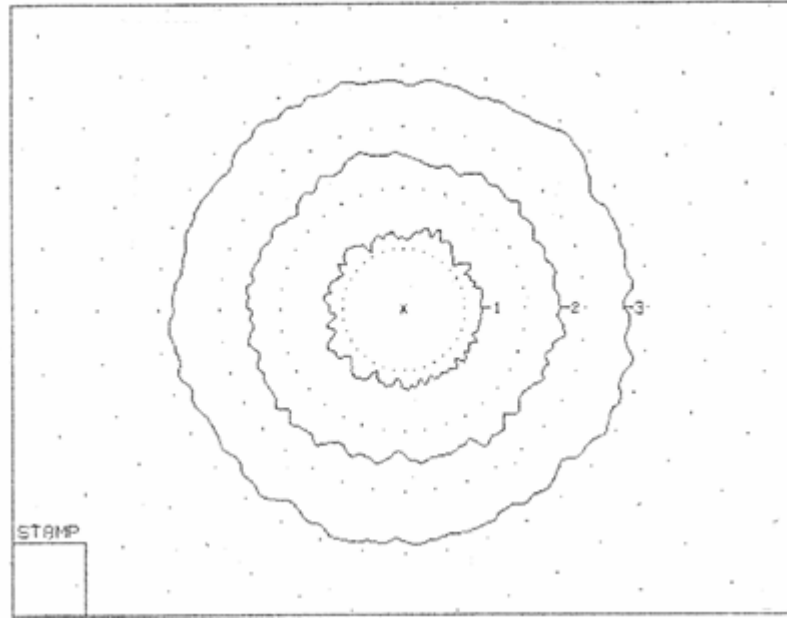
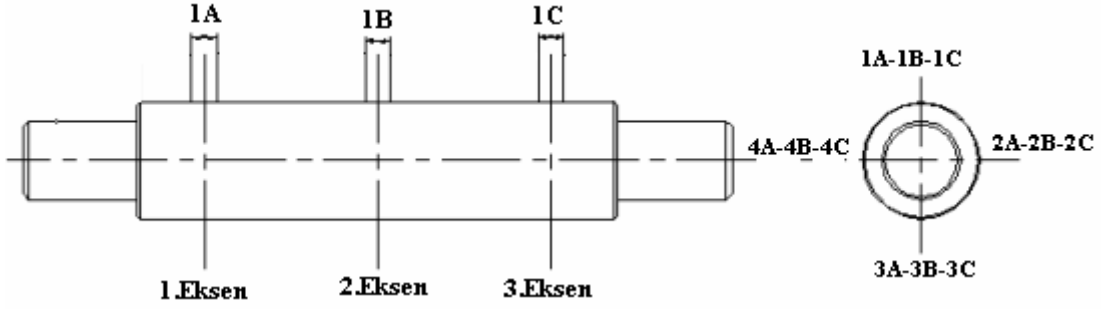
Her bir parametrenin gerekli ayarlamaları yapıldıktan ve tüm parametreler aynı (biri hariç, taşın geometrik farkı) alındıktan sonra, aşağıdaki bulgulara varılmıştır. Normal standart düz yüzeyli zımpara taşı ve helisel kanallı zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra varılan bulgular aşağıda görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		3,43	17,50	3,98
2B		2,96	19,20	3,60
3B		2,31	16,95	2,92
4B		2,24	14,83	2,70
Aritmetik Ortalamaları		2,73	17,12	3,30

Şekil 7.15. Düz yüzeyle zımpara taşı ile pirinç malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

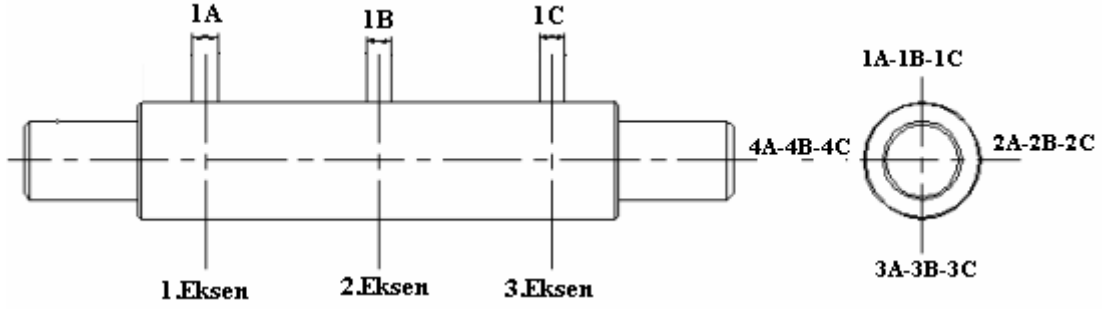
Şekil 7.15’de, düz yüzeyle zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra pirinç malzemedeki meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.



Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0004''	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0004''	0,0000''	0,0003''
3	3.Eksen	0,0003''	-	-

Şekil 7.16. Düz yüzeyle taş ile pirinç malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

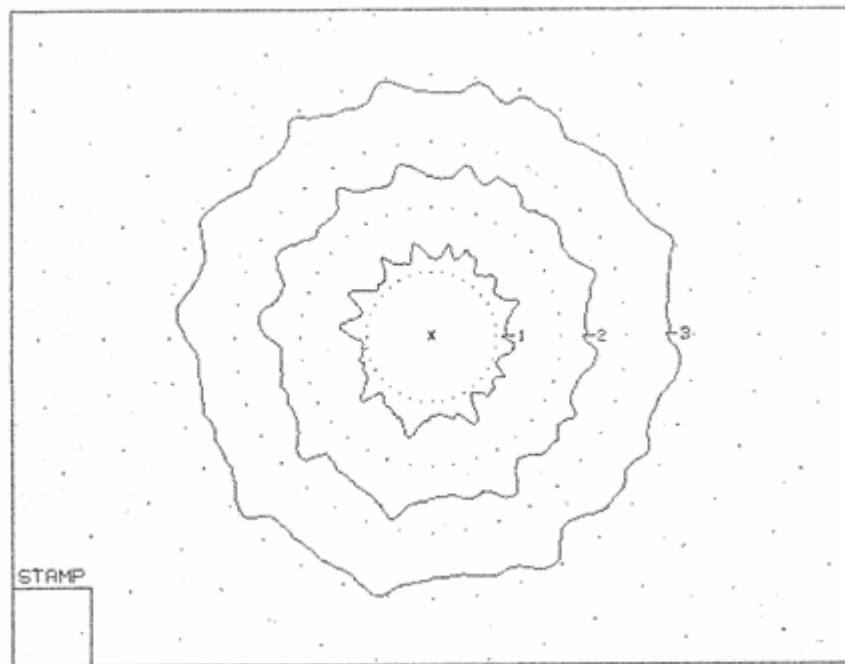
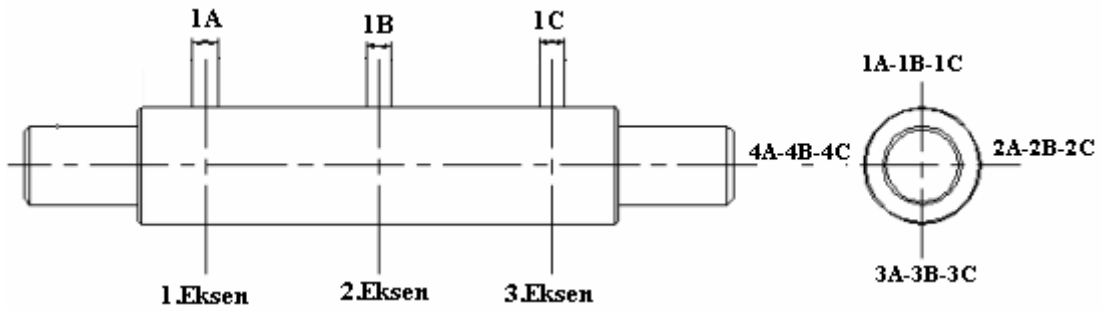
Şekil 7.16'da, düz yüzeyle zımpara taşı ile pirinç malzemenin, taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık deney sonuçları görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		1,87	11,30	2,35
2B		1,82	10,80	2,27
3B		2,03	12,40	2,53
4B		2,32	14,50	2,96
Aritmetik Ortalamaları		2,01	12,25	2,52

Şekil 7.17. Helisel kanallı zımpara taşı ile piring malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

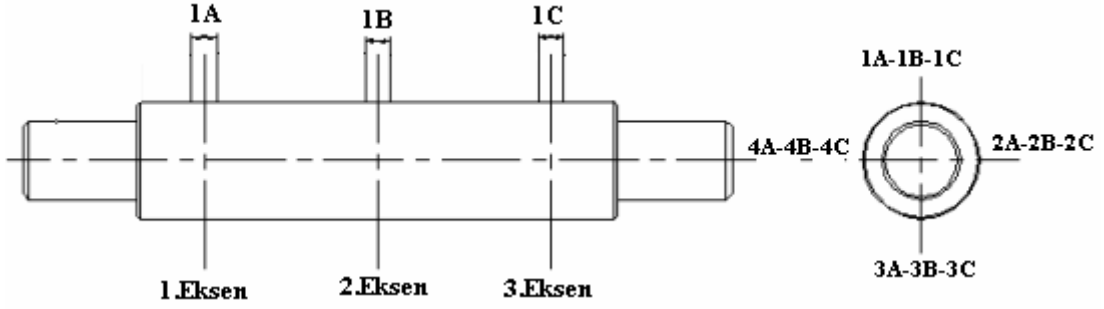
Şekil 7.17’de, helisel kanallı zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra piring malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.



Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0005"	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0005"	0,0000"	0,0005"
3	3.Eksen	0,0005"	-	-

Şekil 7.18. Helisel kanallı taş ile pirinç malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

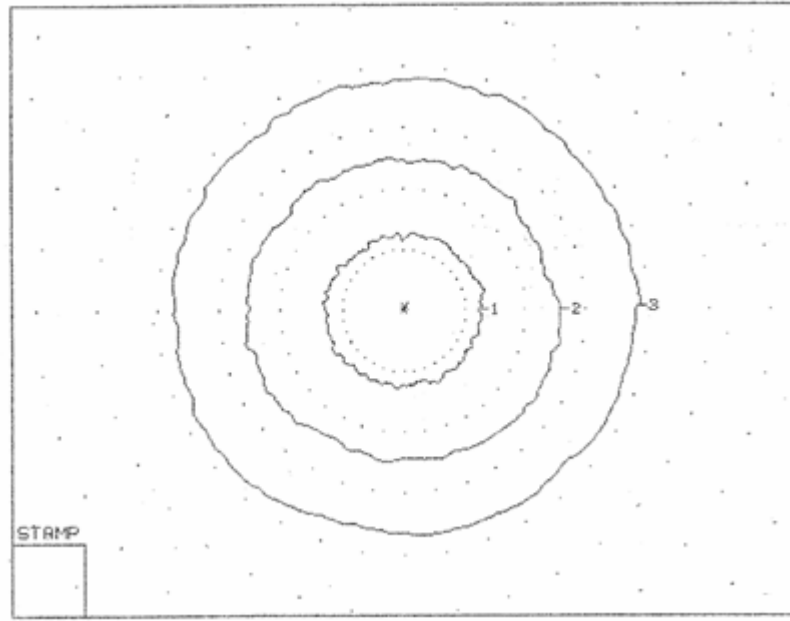
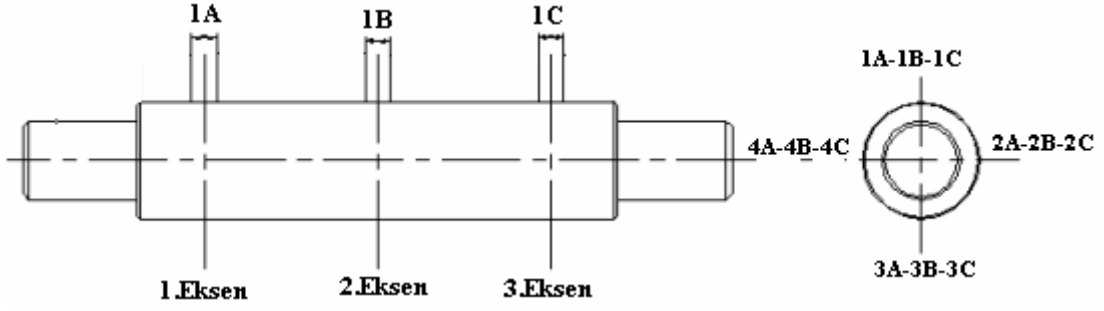
Şekil 7.18’de, helisel kanallı zımpara taşı ile pirinç malzemenin taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık, deney sonuçları görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		2,22	16,90	2,81
2B		3,34	19,41	4,05
3B		3,36	20,68	4,21
4B		2,54	16,61	3,22
Aritmetik Ortalamaları		2,86	18,40	3,57

Şekil 7.19. Düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç1010 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

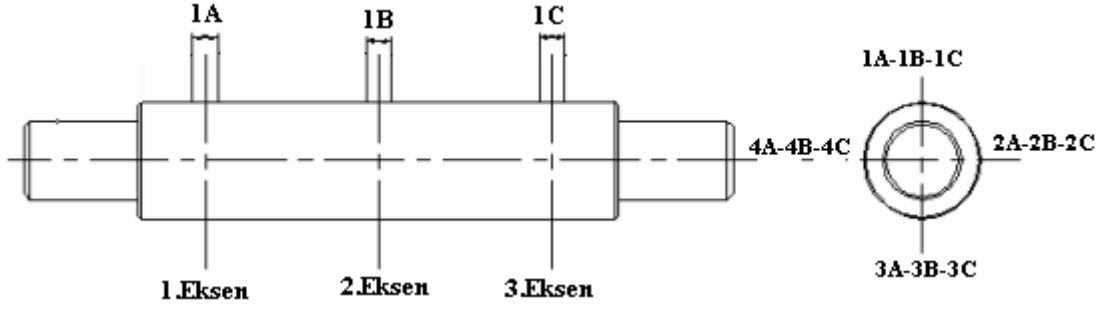
Şekil 7.19'da, düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra Ç1010 malzemedeki meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.

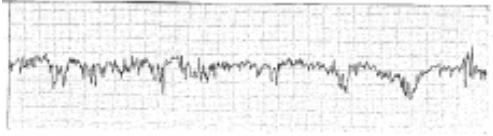
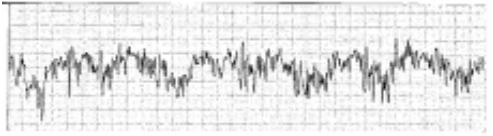
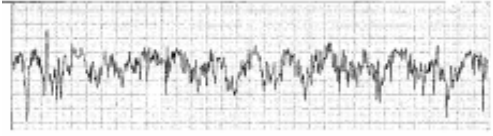
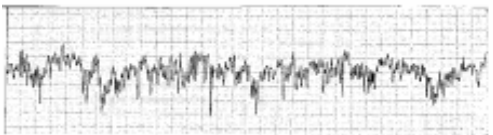


Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0002"	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0002"	0,0001"	0,0003"
3	3.Eksen	0,0002"	-	-

Şekil 7.20. Düz yüzeyli taş ile pirinç malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

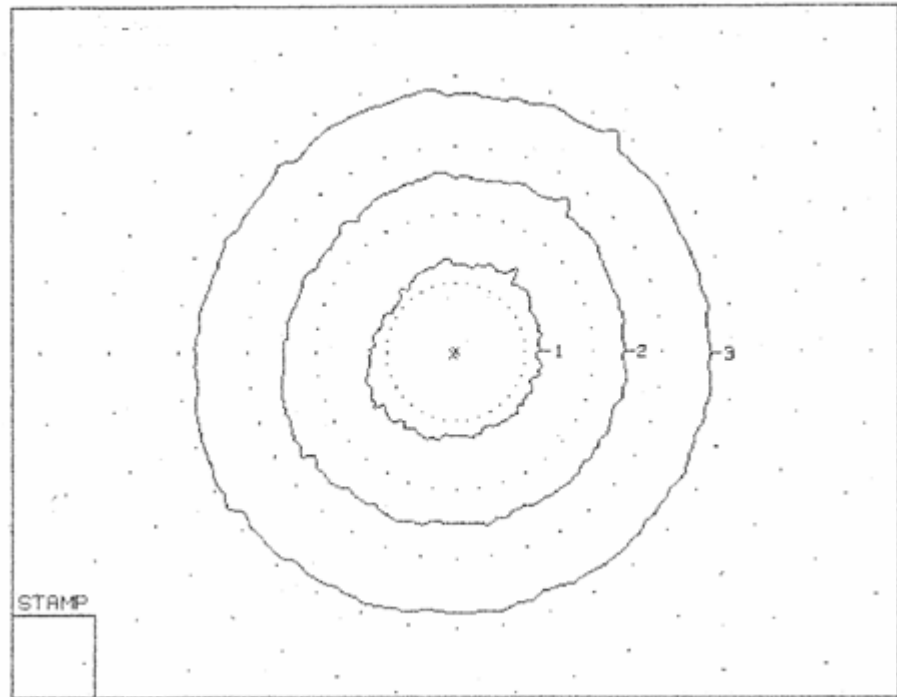
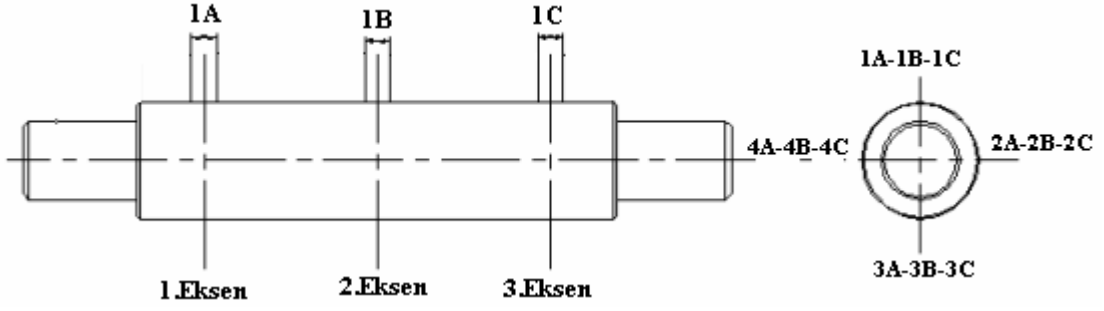
Şekil 7.20'de, düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç1010 malzemenin taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık, deney sonuçları görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		1,96	19,41	2,59
2B		1,75	14,91	2,19
3B		1,72	16,05	2,16
4B		1,45	12,63	1,86
Aritmetik Ortalamaları		1,72	15,75	2,20

Şekil 7.21. Helisel kanallı zımpara taşı ile Ç1010 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

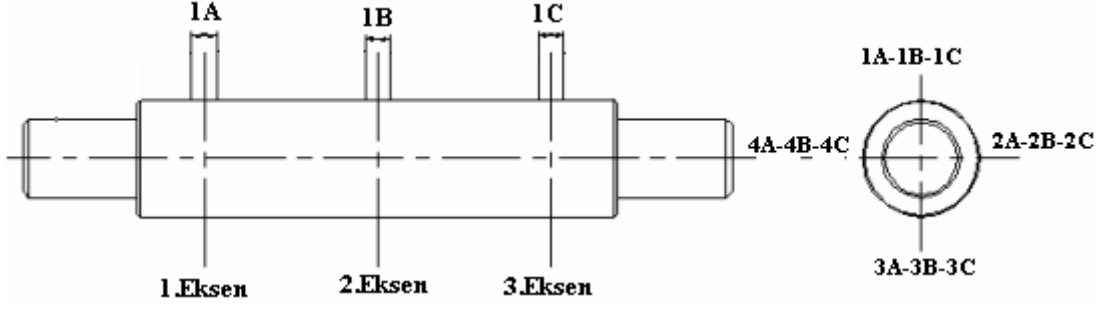
Şekil 7.21'de, helisel kanallı zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra Ç1010 malzemede meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.

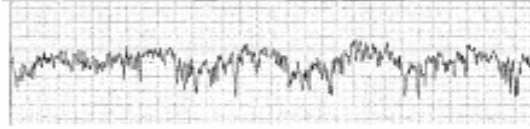
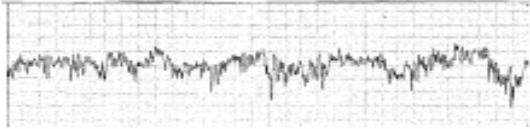
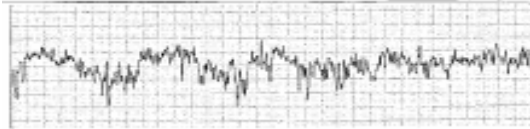
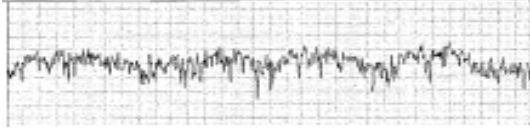


Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0004"	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0004"	0,0000"	0,0004"
3	3.Eksen	0,0004"	-	-

Şekil 7.22. Helisel kanallı taş ile Ç1010 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

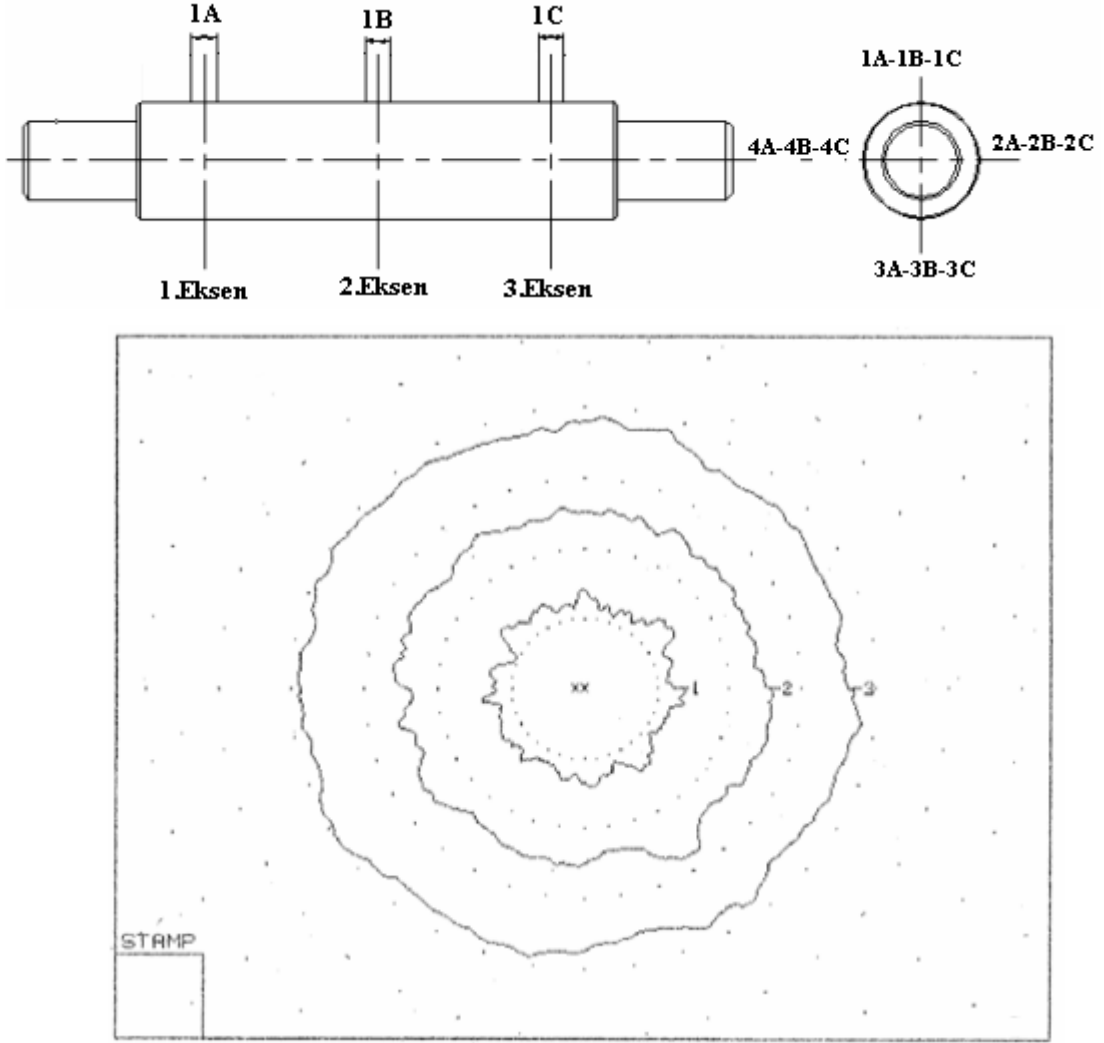
Şekil 7.22’de, helisel kanallı zımpara taşı ile Ç1010 malzemenin taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık, deney sonuçları görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		1,51	10,90	1,91
2B		1,29	11,83	1,66
3B		1,52	12,14	1,91
4B		1,23	10,51	1,53
Aritmetik Ortalamaları		1,38	11,34	1,75

Şekil 7.23. Düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç1040 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

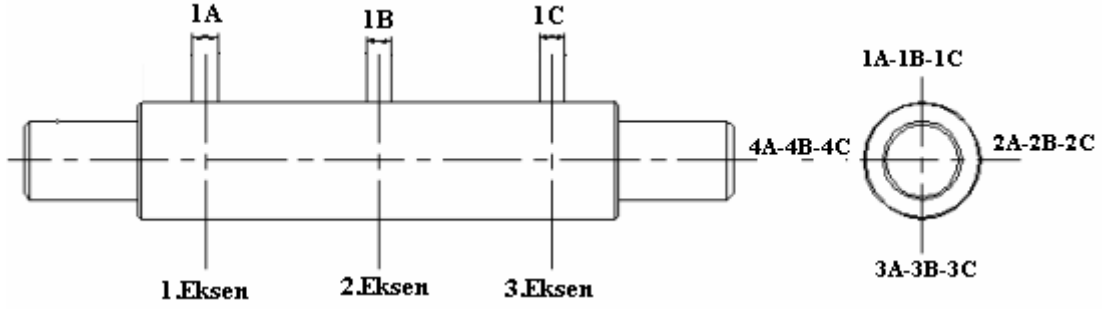
Şekil 7.23'de, düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra Ç1040 malzemede, meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.



Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0004"	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0005"	0,0001"	0,0005"
3	3.Eksen	0,0004"	-	-

Şekil 7.24. Düz yüzeyli taş ile Ç1040 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

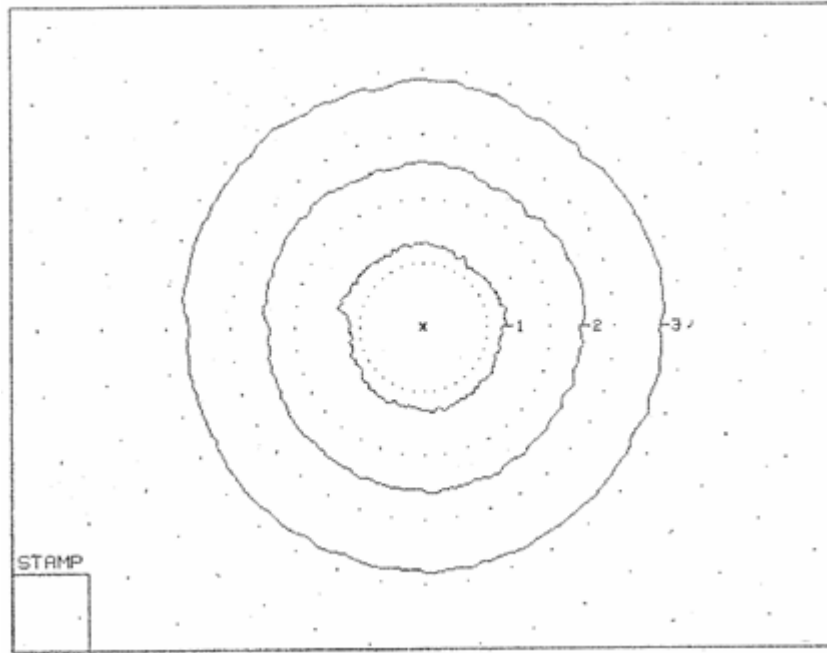
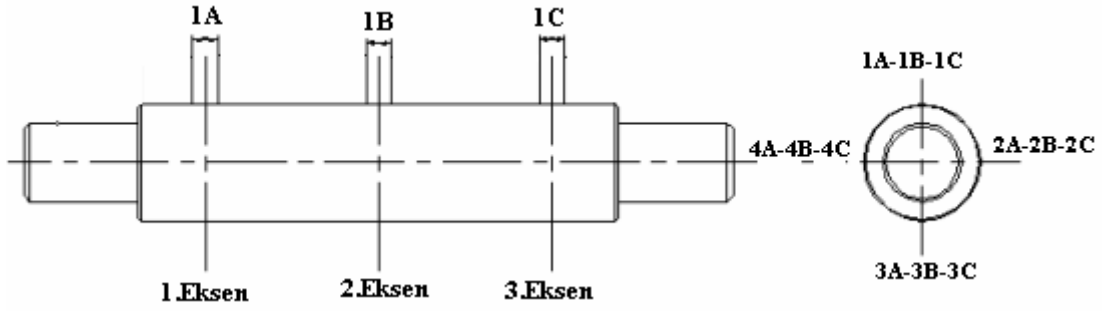
Şekil 7.24'de, düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç1040 malzemenin taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık deney sonuçları görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		1,19	8,31	1,50
2B		1,21	8,29	1,53
3B		1,11	8,78	1,41
4B		1,18	8,12	1,48
Aritmetik Ortalamaları		1,17	8,37	1,48

Şekil 7.25. Helisel kanallı zımpara taşı ile Ç1010 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

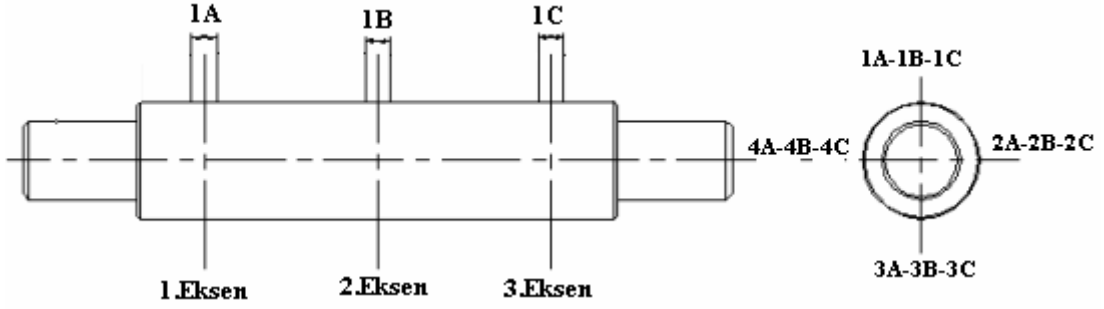
Helisel kanallı zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra Ç1040 malzeme meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.

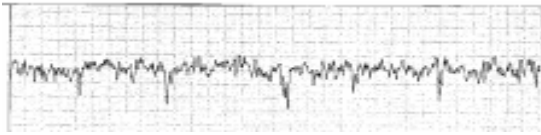
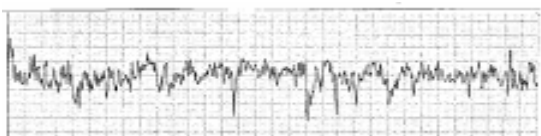
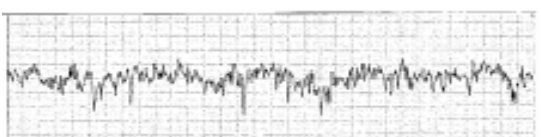
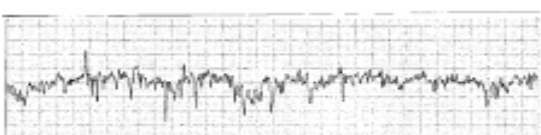


Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0003"	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0002"	0,0000"	0,0002"
3	3.Eksen	0,0002"	-	-

Şekil 7.26. Helisel kanallı taş ile Ç1040 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

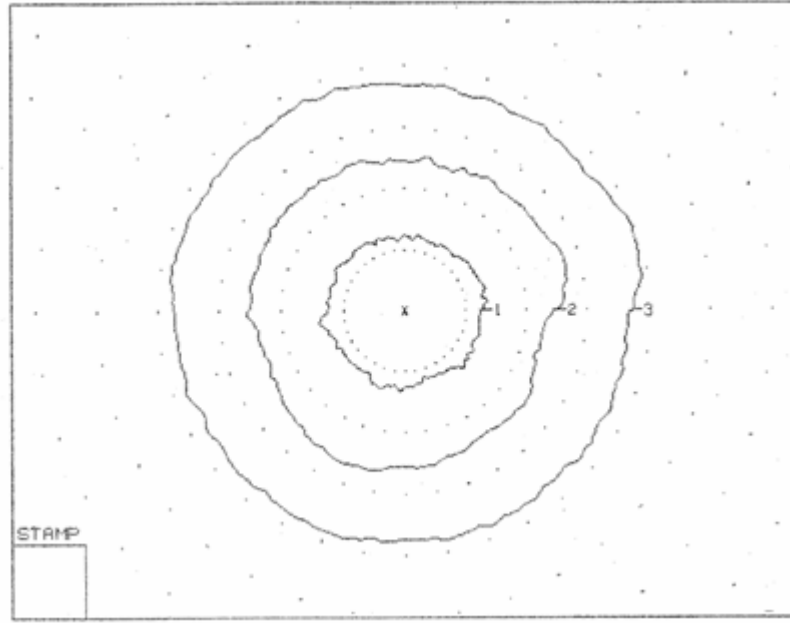
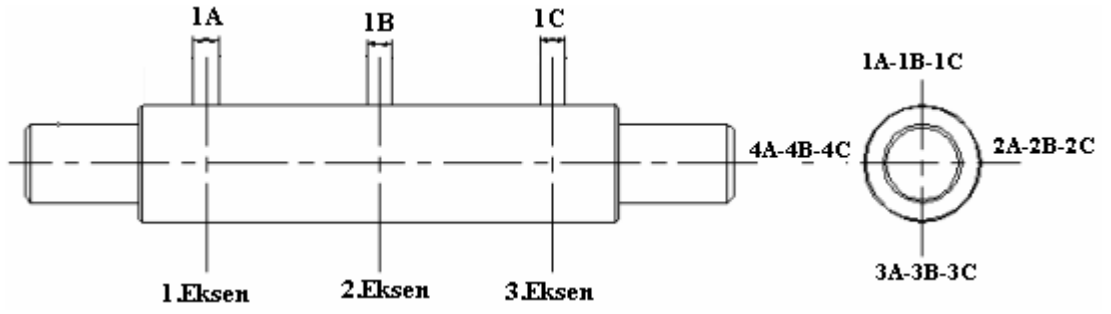
Şekil 7.26'da, helisel kanallı zımpara taşı ile Ç1040 malzemenin taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık deney sonuçları görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		0,86	9,70	1,19
2B		1,33	14,88	1,76
3B		1,13	10,18	1,47
4B		1,03	12,68	1,41
Aritmetik Ortalamaları		1,08	11,86	1,45

Şekil 7.27. Düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç2080 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

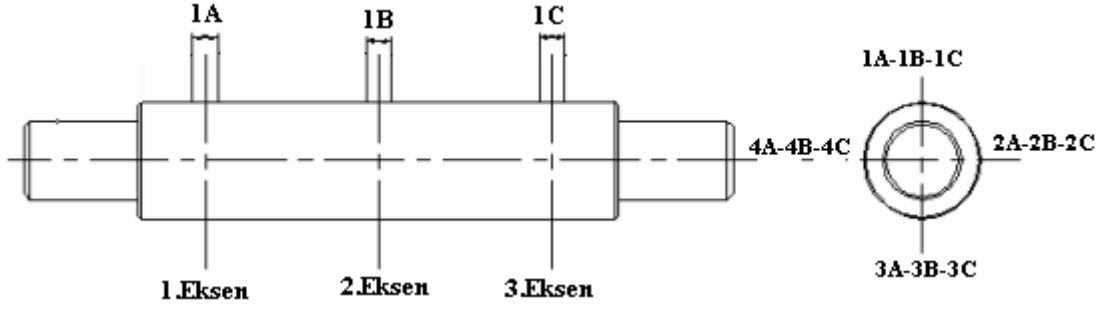
Şekil 7.27’de, düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra Ç2080 malzemede, meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.



Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0003"	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0003"	0,0000"	0,0003"
3	3.Eksen	0,0005"	-	-

Şekil 7.28. Düz yüzeyli taş ile Ç2080 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

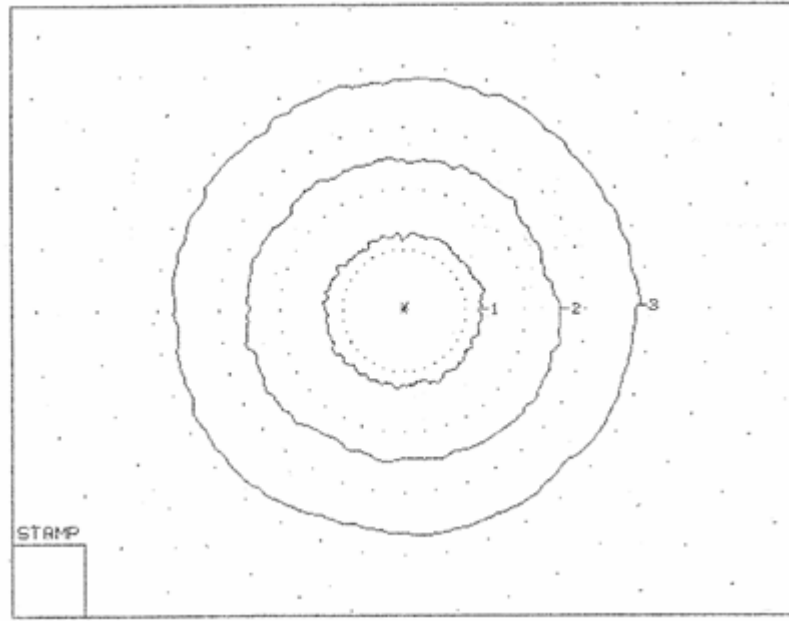
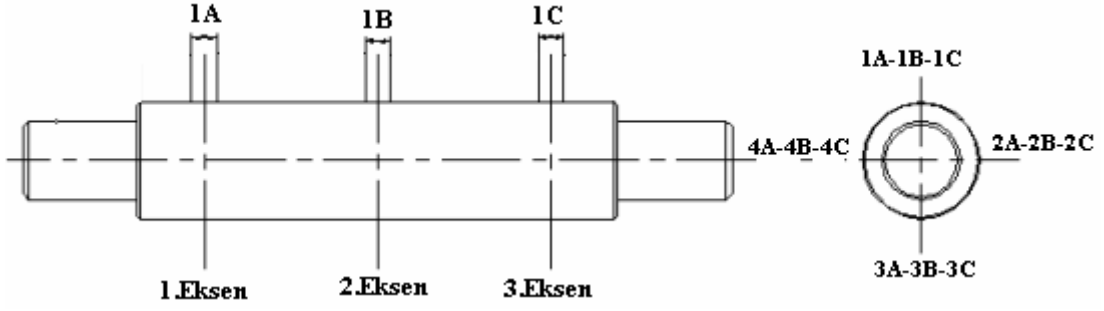
Şekil 7.28’de, düz yüzeyli zımpara taşı ile Ç2080 malzemenin taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık deney sonuçları görülmektedir.



Test Kodu	Pürüzlülük Grafiği	Ra(μm)	Rz(μm)	Rq(μm)
1B		1,04	9,61	1,37
2B		1,18	8,82	1,53
3B		0,85	10,67	1,06
4B		1,10	9,30	1,44
Aritmetik Ortalamaları		1,04	9,60	1,35

Şekil 7.29. Helisel kanallı zımpara taşı ile Ç2080 malzemedeki yüzey pürüzlülük değerleri.

Şekil 7.29'da, helisel kanallı zımpara taşı ile taşlama işleminden sonra Ç2080 malzemedeki meydana gelen yüzey pürüzlülük değerleri, Ra, Rz ve Rq görülmektedir.



Ölçülen Eksen Sayısı	Ölçülen Referans Ekseni	Yuvarlaklık Dışı Ölçülen Değer	Eksantriklik (Dış Merkezlilik)	Yuvarlaklığın Paralellik Sağlamadığı Maksimum Ölçü
1	1.Eksen	0,0002''	-	-
2	2.Eksen (Merkez)	0,0002''	0,0001''	0,0003''
3	3.Eksen	0,0002''	-	-

Şekil 7.30. Helisel kanallı taş ile Ç2080 malzemenin yuvarlaklık kusurlarının ölçüm değerleri.

Şekil 7.30'da, helisel kanallı zımpara taşı ile Ç2080 malzemenin taşlanması sonucu elde edilen, silindirik malzemenin yuvarlaklık deney sonuçları görülmektedir.

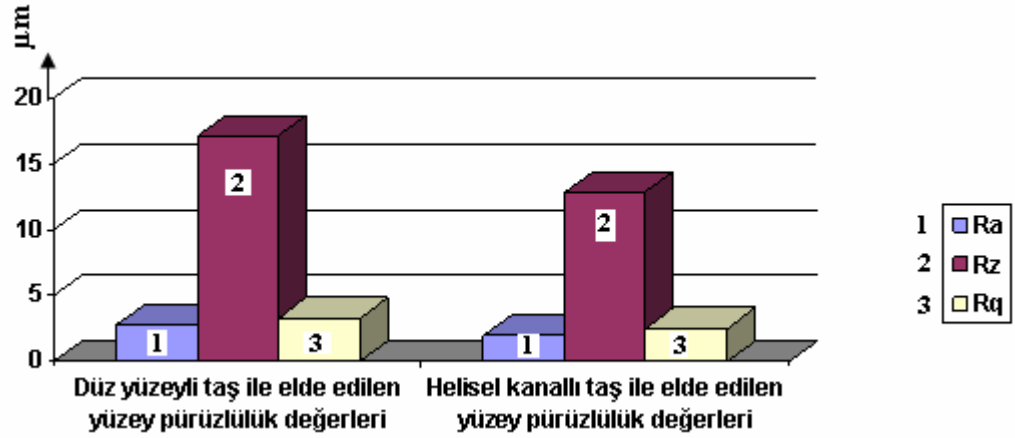
8.1. Bulgular ve Yorumlar

Pirinç malzemenin, taşlamalar sonucunda elde edilen pürüzlülük değerleri, Şekil 8.1' de görülmektedir. Bu sonuçlara göre; Düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işlemi sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri, %'de üzerinden değerlendirildiğinde ve Helisel kanallı zımpara taşı ile yapılan taşlama işleminin sonucunda;

Ra değerinde; %26

Rz değerinde; %25

Rq değerinde ise; %24 oranında daha iyi bir yüzey pürüzlülük değerinin ortaya çıktığı görülmektedir.



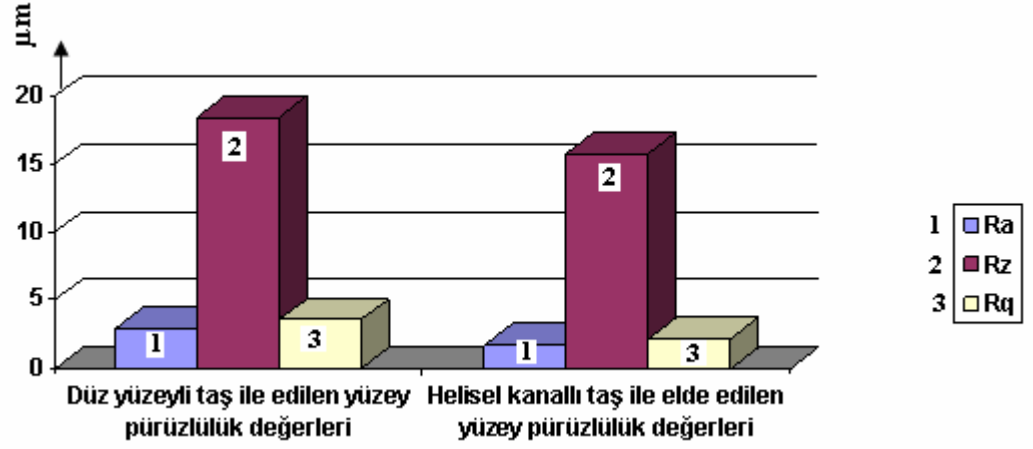
Şekil 8.1. Pirinç malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.

Ç1010 malzemenin, taşlamalar sonucunda elde edilen değerleri, Şekil 8.2' de görülmektedir. Bu sonuçlara göre; Düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işlemi sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri, %'de üzerinden değerlendirildiğinde ve Helisel kanallı zımpara taşı ile yapılan taşlama işleminin sonucunda;

Ra değerinde; %40

Rz değerinde; %16

Rq değerinde ise; %38 oranında daha iyi bir yüzey pürüzlülük değerinin ortaya çıktığı görülmektedir.



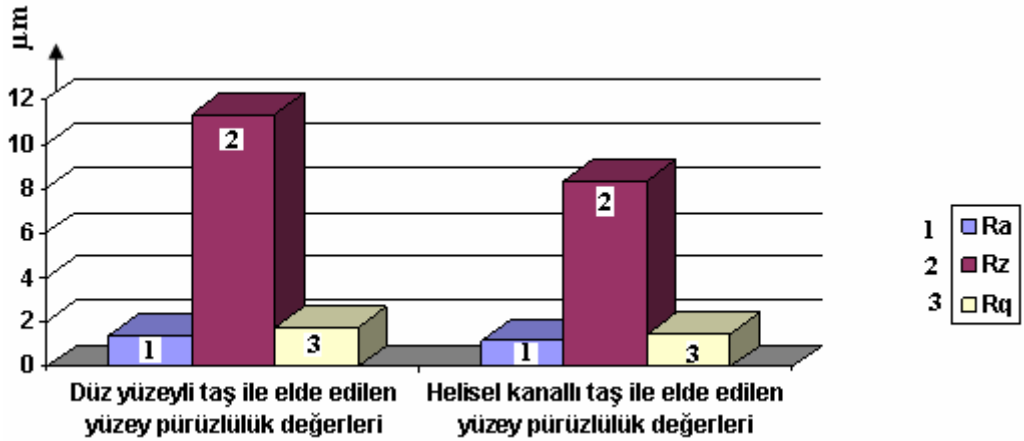
Şekil 8.2. Ç1010 malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.

Ç1040 malzemenin, taşlamalar sonucunda elde edilen değerleri, Şekil 8.3' de görülmektedir. Bu sonuçlara göre; Düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işlemi sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri, %'de üzerinden değerlendirildiğinde ve Helisel kanallı zımpara taşı ile yapılan taşlama işleminin sonucunda;

Ra değerinde; %15

Rz değerinde; %26

Rq değerinde ise; %49 oranında daha iyi bir yüzey pürüzlülük değerinin ortaya çıktığı görülmektedir.



Şekil 8.3. Ç1040 malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.

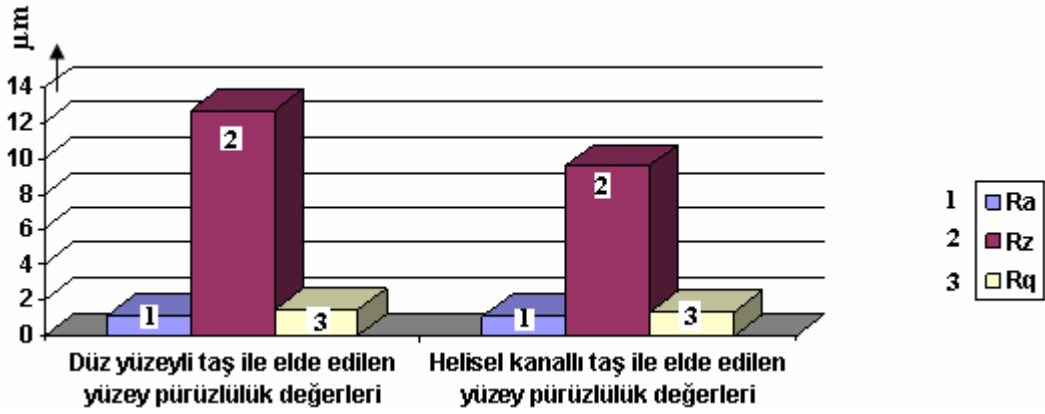
Ç2080 malzemenin, taşlamalar sonucunda elde edilen değerleri, Şekil 8.4' de görülmektedir. Bu sonuçlara göre; Düz yüzeyli zımpara taşı ile taşlama işlemi sonucunda elde

edilen yüzey pürüzlülük değerleri, %'de üzerinden değerlendirdiğimizde ve Helisel kanallı zımpara taşı ile yapılan taşlama işleminin sonucunda;

Ra değerinde; %5

Rz değerinde; %24

Rq değerinde ise; %7 oranında daha iyi bir yüzey pürüzlülük değerinin ortaya çıktığı görülmektedir.



Şekil 8.4. Ç2080 malzemenin yüzey pürüzlülük değerleri.

8.2. Sonuçlar

Bu çalışmada, silindirik taşlama işleminde, tüm şartlar aynı tutularak sadece taş geometrisinde değişik yapıldığında, yüzey kalitesinin nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Bu araştırmamızda Ra, Rz ve Rq yüzey pürüzlülük değerleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Zımpara taşı, malzemeye uygun olarak seçildiğinde; düz yüzeyli (normal) zımpara taşı ile taşlama işlemi sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ile aynı özelliklere ve parametre değerlerine sahip, helisel kanallı bir zımpara taşının kullanılması sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri arasında büyük farklar olduğu saptanmıştır. Bu farklar, yüzey pürüzlülük değerlerini olumlu olarak etkilemiştir.

Yüzey kalitesinin artmasını sağlayan, helisel oluklu taştaki, geometrik farklılık göz önüne alındığında; düz yüzeyli taşın, iş parçasına temas ederek kaldırdığı talaş yüzeyinin, helisel kanallı taşta, %50 daha az olmasından dolayı, otlamanın olmaması bir etkidir. Öyle ki; düz yüzeyli taşta, iş parçasına temas eden yüzey 50 mm iken, helisel kanallı taşta, bu yüzey, 25 mm'ye inmektedir. Bu da taşlama kusurlarından biri olan otlama olayını en aza indirmektedir.

Yüzey kalitesinin artmasını sağlayan, bir diğer etken ise helisel oluklu taştaki helis açısı olmaktadır. Bu açı deneylerde 5°'lik bir helisellik sağlamaktadır. Bu helisel kanalın, helis açısının artması veya azalması sonucunda, yüzey kalitesinin ne şekilde etkileneceği de ayrı bir araştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Deneyde, bu helisel kanalın, yüzey kalitesini olumlu olarak, arttırdığı görülmektedir.

Kullanılan taşlardaki, taş tane büyüklüğü, tane dokusu, taş sertliği, birleştirme maddesi ve aşındırıcı malzeme gibi taş seçimindeki standartlar, iş parçasına uygun bir şekilde belirlendiğinde, çok daha iyi bir yüzey kalitesi, elde edileceği tespit edilmiştir.

A. Güllü, “Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımıyla Optimizasyonu” adlı çalışmada; “Talaşların dışarı atılması, küçük derinliklerde problem olmadığından, ayrıca olumlu etki etmektedir. Talaş derinliklerinin artması, taşlama kuvvetini de arttıracaktır. Bu durum ise tane kırılmasını hızlandırırken, talaş hacmini de arttıracığından talaş sıkışması meydana gelecek ve iş yüzeyinde olumsuz etki olacaktır.” sonucuna varmıştır. Helisel kanallı taş ile yapılan çalışmada; bu çalışmayı destekler özelliktedir. Kesme yüzeyinde meydana gelen talaşlar, yüzeye zarar vermeden, helisel oluklar yardımıyla, kesme noktasından uzaklaşmıştır. Bu da yüzey kalitesinin, artmasını sağlamaktadır.

Taşlama işleminde, taşın iş parçasına temas eden yüzeyi düştükçe, sürtünme azalmakta ve yüzey kalitesi artmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Akkurt M., 1996, Bilgisayar Destekli Takım Tezgahları (CNC) ve Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD-CAM) Sistemleri, Birsen Yayınevi, 3-399 s.
- [2] Akkurt M., 1996, Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi, 3-347 s.
- [3] Güllü A., 1995, Silindirik Taşlamada İstenilen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımıyla Optimizasyonu, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü,
- [4] Özkara H., 2002, Tesviyecilik Meslek Teknolojisi III, Milli Eğitim Yayınevi, 9-136 s.
- [5] Bağcı M., Erişkin Y. ve Aslaner M., 1982, Taşlamacılık ve Alet Bileme Teknolojisi, Devlet Kitapları, Ankara, 22-471 s.
- [6] Özkara H., 2001, Teknik Resim, Özkara Yayıncılık, s 222.
- [7] Özdemir A., Demir H. ve Güllü A., 2003, Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri Ve Mukayesesi, Makale, Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, Sayı 86, 1-14 s.
- [8] Çerik V., 2003, Tesviyecilik Meslek Teknolojisi Cilt II, Devlet Kitapları Baskısı, 19-222 s.
- [9] Demir H.ve Güllü A., 2000, Taşlamada Taşlama Parametrelerinin Etkisi, Makale, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Dergisi, Sayı 198, 1-10 s.
- [10] Demir H., 2003, Düzlem Taşlamada Taşlama Parametrelerinin Taşlama Kuvvetlerine ve Yüzey Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi, Doktora Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 15-145 s.
- [11] Ercan F. ve Güllü A., 1994, Zımpara Taşlarının Bilenmesi ve Taşlama Verimliliği, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, Sayı 84, 1-6 s.
- [12] Demir H.ve Güllü A., 1995, Silindirik Taşlamada Taşlama Parametreleriyle Yüzey Pürüzlülüğü ve Taşlama Oranı Arasındaki İlişkinin Araştırılması, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, Sayı 79, 1-11 s.
- [13] Jeong G.-B., Kim D.H. and Jang D.Y.,2005, Real Time Monitoring And A Roundness Diagnosis System Development In Turning Through Measuring Error Based On Three-Point Method, International Journal Of Machine Tools & Manufacture 45, 1494-1503.
- [14] Brambila O.G., Rubio E., Jauregui J.C. and Ruiz G.H., 2006, Chattering Detection In Cylindrical Grinding Processes Using The Wavelet Transform, International Journal Of Machine Tools & Manufacture, Received 9 March 2005; Received In Revised Form 17 January 2006; Accepted 19 January 2006.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [15] Demir H. ve Güllü A., 1995, Silindirik Taş Tane Büyüklüğü, Taş Dokusu ve Taş Sertliğinin Taş Oranına Etkileri, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, Sayı 91, 1-8 s.
- [16] TS 2578, 1977, Pürüzlülük Karşılaştırma Numuneleri, Türk Standartları.
- [17] TS 9030, 1990, Hassasiyet Standartları, Türk Standartları.
- [18] 178-701 Mitutoyo Surf-test-B, Kullanım Klavuzu, Tokyo, Japan.