

**GELİŞTİRİLEN İKİNCİL DÖNEL EKSENLİ TAŞLAMA
MEKANİZMASI İLE DÜZLEM YÜZEY TAŞLAMA İŞLEMİNDE
KESME PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Oktay ADIYAMAN

**Doktora Tezi
Makine Eğitimi Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Vedat SAVAŞ**

HAZİRAN-2015

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

**GELİŞTİRİLEN İKİNCİL DÖNEL EKSENLİ TAŞLAMA MEKANİZMASI
İLE DÜZLEM YÜZEY TAŞLAMA İŞLEMİNDE KESME PARAMETRELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Oktay ADIYAMAN

(042119204)

Anabilim Dalı: Makine Eğitimi

Programı: Talaşlı Üretim

Danışman: Prof. Dr. Vedat SAVAŞ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 21 Mayıs 2015

HAZİRAN-2015

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

**GELİŞTİRİLEN İKİNCİL DÖNEL EKSENLİ TAŞLAMA MEKANİZMASI
İLE DÜZLEM YÜZEY TAŞLAMA İŞLEMİNDE KESME PARAMETRELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Oktay ADIYAMAN

(042119204)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21 Mayıs 2015

Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Haziran 2015

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Vedat SAVAŞ (F.Ü.)**

Diğer Jüri Üyeleri: **Doç.Dr. Hamit ADİN (Batman Üniv.)**
Yrd.Doç.Dr.Çetin ÖZAY (F.Ü.)
Yrd.Doç.Dr. Yahya Hışman ÇELİK (Batman Üniv.)
Yrd.Doç.Engin ÜNAL (F.Ü.)

HAZİRAN 2015

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın yürütülmesine başta danışmanım Prof. Dr. Vedat SAVAŞ'a yaptığı faydalı yönlendirme, destek ve katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasında tez konusu olan ve ilk olarak geliştirilen ve patent alınan projemde mekanizmada kullandığım özel ebatlarda üretimi gereken taşlama taşlarının tedarikinde ve üretiminde desteklerini esirgemeyen KARBOSAN Ltd. Şti. ne ve özelde de firma çalışanlarından satış departmanı sorumlusu Gülay ÜÇER hanımefendiye bilimsel araştırmalara katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım

Hem mekanizmanın imalat aşamasında ve hem de geliştirdiğimiz sistemin denenmesinde emeği geçen tüm REFERANS Makine Kalıp Mühendislik Ltd.Şti. çalışanlarına, teknik İngilizce çevirilerinde yardımlarını esirgemeyen makine mühendisi ağabeyim Metin ADIYAMAN, yeğenim makine mühendisi Emre ADIYAMAN ve kardeşim makine mühendisi Ramazan ADIYAMAN'a şükranlarımı sunarım.

Sistemin matematik modelinin geliştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen kardeşim makine mühendisi Ramazan ADIYAMAN'a ve mikroskobik görüntü alma hususunda Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Laboratuvarı imkanlarını hizmetimize sunan Doç. Dr. Engin DEVECİ'ye ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak tüm çalışmam boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve eşime teşekkür ederim.

Oktay ADIYAMAN

ELAZIĞ – 2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLolar LİSTESİ	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR LİSTESİ	XIV
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
3. TAŞLAMA TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ	15
3.1. Taşlama Yöntemleri	17
3.1.1. Silindirik Taşlama	17
3.1.2. Konik Taşlama	18
3.1.3. Krank Taşlama	19
3.1.4. Puntasız Taşlama	19
3.1.5. Düzlem yüzey taşlama	20
3.1.6. Dalma Taşlama	21
3.1.7. Profil Taşlama	22
3.1.8. Elektrokimyasal taşlama	23
3.2. Taşlama Taşları	23
3.3. Aşındırıcı Malzemeler	24
3.3.1. Doğal Zımpara Taşları	25
3.3.2. Yapay Zımpara Taşları	25
3.4. Birleştirme Elemanları	27
3.4.1. İnorganik Birleştirme Elemanları	27
3.4.2. Organik Birleştirme Elemanları	28
3.5. Zımpara Taşlarının Tanımlanması	28
3.6. Tane Büyüklüğü Ve Sertlik Seçimi	32
3.7. Aşındırıcıların Mekanik Özellikleri	34
3.8. Yüzey Pürüzlülüğü	38

	<u>Sayfa No</u>
3.8.1. Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler	39
3.8.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Tanımlanma Parametreleri	39
3.8.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti	40
3.8.4. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri	41
4. KESME TEORİSİ	43
4.1. Zımpara Taşlarında Kesme Parametrelerinin Hesaplanması	44
4.2. Taşlama İşleminde Talaş Oluşumu İle İlgili Modeller	48
4.2.1. Deneysel Model	50
4.2.2. Analitik Model	51
4.2.2.1. İstatistiksel Yaklaşım	51
4.2.2.2. Enerji Yaklaşımı	52
4.2.2.3. Fiziksel (Şekilsel) Esaslı Yaklaşım	56
4.2.3. Taşlama Taşı Modeli	62
4.3. Taşlama İşleminde Kuvvet Ve Enerji Hesaplanması	63
4.4. Taşlama İşleminde Enerji Oluşumu	69
4.5. Her Tanecik İçin Güç Hesabı	71
4.6. Taşlama İşleminde Sıcaklık	71
5. MATERİYAL VE METOT	73
5.1. Sistemin Tanımı	73
5.1.1. Sistem Tasarımı	75
5.1.2. Numunelerin Seçimi	82
5.1.3. Talaş Derinliği	84
5.1.4. İlerleme Değeri	86
5.1.5. Ölçüm ve Değerlendirme	86
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	90
6.1. Sistemin Klasik Yöntem İle Kıyaslanması	90
6.2. Sistemin Farklı Kesme Parametrelerinin Ra Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin İncelenmesi	94
6.2.1. Fener Mil Devri İle Yüzey Pürüzlülüğü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.....	96
6.2.1.1. Farklı Talaş Derinliklerindeki Etki	96
6.2.1.2. Farklı Yanal Kayma Değerlerinin Etkisi	100
6.2.1.3. Farklı Taş Cinslerinin Etkisi	104

	<u>Sayfa No</u>
6.2.2. Talaş Derinliği İle Yüzey Pürüzlülüğü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	106
6.2.2.1 Farklı Fener Mili Devirlerinin Etkisi	106
6.2.2.2. Farklı Taş Sertliklerinin Etkisi	111
6.2.2.3. Farklı Yanal Kayma Değerlerinin Etkisi	115
6.2.3. Taş Sertliği İle Yüzey Pürüzlülüğü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	120
6.2.3.1. Farklı Fener Mili Devirlerinin Etkisi	121
6.2.3.2. Farklı Talaş Derinliklerinin Etkisi	127
6.2.3.3. Farklı Yanal Kayma Miktarının Etkisi	130
7. TALAŞ MODELİ	133
7.1. Kaldırılan Talaş Oranının Hesaplanması	148
7.2. Talaş İşleminde Enerji Oluşumu	150
7.3. Her Tanecik İçin Güç Hesabı	152
7.4. Taşlama İşleminde Sıcaklık	153
8. ÖNERİLER	154
KAYNAKLAR	159
ÖZGEÇMİŞ	165

ÖZET

Düzlem yüzey taşlama, günümüzde endüstride oldukça yaygın bir şekilde kullanılan son işlem yüzey temizleme yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde taşlama taşı radyal olarak kendi ekseni etrafında dönerek doğrusal ilerleyen iş parçası yüzeyinde talaş kaldırarak taşlama işlemini gerçekleştirir. Yapılan bu çalışmada, geleneksel düzlem yüzey taşlama yönteminde uygulanan ve yukarıda izah edilen taşın radyal, kendi ekseni etrafında dönme hareketine, taşın radyal eksenine dikey yönde olacak şekilde bir dönme hareketi vermek için yeni bir mekanizma tasarlanmıştır. Bu mekanizma ile taşlama taşı iki farklı yönde dönme hareketi elde etmiştir. Geliştirilen bu yeni yöntemle 3 farklı talaş derinliğinde, yeni dönme hareketinin 3 farklı devir uygulanmış ve ayrıca sistemde 5 farklı taş cinsi kullanılmıştır. Tüm bu farklı kombinasyonlar ile iş parçaları taşlanmış ve bunun yüzey pürüzlülüğüne (Ra) etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak geleneksel sistemde mevcut olan taşın ilerleme yönüne göre elde edilen farklı yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri yeni yöntemle iyileştirilmiş ve taşın tüm ilerleme yönlerinde eşit sayılabilecek şekilde yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri elde edilmiştir. Sistem maliyet açısından da oldukça düşük değerde olduğundan tüm freze ve CNC tezgâhlarına adapte edilebilecek niteliktedir. Ayrıca sistemin elde ettiği talaş kesiti incelenerek modellenmesi yapılmış ve bu model ile yeni yöntemdeki kuvvet, güç, enerji ve hesaplamaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Taşlama Tekniği, Düzlem Yüzey Taşlama, Yüzey Pürüzlülüğü
Taşlama Parametreleri

SUMMARY

Investigation of Cutting Parameters at Surface Grinding Process by Grinding Mechanism with Advanced Secondary Rotational Axis.

Surface grinding is one of the widely used method for finishing surface cleaning in the industry nowadays. In this method, the grinding process is performed by chip removal process on linear moving workpiece surface with grinding wheel rotating radially around its own axis. In this study, a new mechanism was designed to provide a rotational movement as vertical direction to the radial axis of the wheel in addition to the wheel rotation movement around its own axis as mentioned hereinabove, and the conventional used surface grinding method. Thanks to this mechanism, two rotational movements in two different directions for the wheel were provided. Three different depth of cut values and three different rotation speed values of the new rotational movement were carried out with this advanced system, and five different grinding wheel types were used in the system. The surfaces of workpieces was grinded with all these different combinations, and the effects on surface roughness (Ra) were examined. Consequently, different surface roughness (Ra) obtained according to the feed direction of the (existing) grinding wheel in conventional system was improved, and new surface roughness (Ra) values which can be considered equally in the feed direction of the wheel were obtained. Apart from the low system cost, It can be easily adopted to milling and CNC machines. Besides, the modeling study of the system is presented by examining the generated chip section, and force, power, energy and temperature calculations were made with the model for the new method.

Key Words: Grinding Technique, Surface Grinding, Surface Roughness, Grinding Parameters

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1. Dış yüzey silindirik taşlama yöntemi.....	18
Şekil 3.2. İç yüzey silindirik taşlama yöntemleri.....	18
Şekil 3.3. Dış ve iç konik yüzey taşlama yöntemi.....	19
Şekil 3.4. Puntasız taşlama yöntemi.....	19
Şekil 3.5. Yatay milli düzlem yüzey taşlama yöntemi.....	20
Şekil 3.6. Düşey milli düzlem yüzey taşlama yöntemi.....	20
Şekil 3.7. İç yüzey dalma taşlama yöntemi.....	21
Şekil 3.8. Dış yüzey dalma taşlama yöntemi.....	21
Şekil 3.9. Profil taşlama yöntemi.....	22
Şekil 3.10. Vidaların tekli ve çok sıralı taşlarla taşlanması yöntemi.....	22
Şekil 3.11. Dişli çarkların taşlanması.....	23
Şekil 3.12. Elektrokimyasal taşlama yöntemi.....	23
Şekil 3.13. Taşlama taşı yapım elemanları.....	24
Şekil 3.14. Taşlama taşı yapı elemanları.....	24
Şekil 3.15. Taşın dokusu.....	31
Şekil 3.16. Taş dokusunun şekil ve sayı karşılık gösterimi.....	32
Şekil 3.17. Taş etiket bilgileri.....	32
Şekil 3.18. İşleme parametreleri arasındaki korelasyon.....	33
Şekil 3.19. Taşlamada talaş oluşumunun üç aşaması [30,57].....	35
Şekil 3.20. Talaş oluşum modeli.....	36
Şekil 3.21. Taşlama işleminde talaş oluşumu ve takım parça arayüzü.....	38
Şekil 3.22. Temel yüzey birim profili [65].....	40
Şekil 4.1. Çoklu kesici aşındırıcı tanelere sahip taşın düzlem yüzey taşlamada talaş alma biçimi.....	43
Şekil 4.2. Çoklu kesici aşındırıcı tanelere sahip taşın düzlem silindirik taşlamada talaş alma biçimi.....	44
Şekil 4.3. Yatay milli düzlem yüzey taşlamada kesme teorisi [68].....	46
Şekil 4.4. Yatay milli taşlama tezgahında taşlama konumu ve elemanları.....	47
Şekil 4.5. Taşlama taşının yapısı [69].....	49

Şekil 4.6. Taşlama işleminde talaş oluşumu ve talaş iş parçası arayüzü [69].....	49
Şekil 4.7. Taşlamada talaş oluşumunun 3 aşaması [71].....	53
Şekil 4.8. Taşlamada talaş oluşumu kesme enerjisi.....	54
Şekil 4.9. Taşlama taşı yüzey tanımlanması.....	57
Şekil 4.10. Kesme kuvveti ve yan yüzey deformasyonu.....	58
Şekil 4.11. Taşlama knematığının düzenlenmesi [35].....	59
Şekil 4.12. Yan taraf (kenar) formasyonu	61
Şekil 4.13. Tek bir taneciğin malzemedan ayrılışı [40].....	62
Şekil 4.14. Taşın geometrisi ve kuvvetler.....	64
Şekil 4.15. Taş hızı ve talaş derinliğinin taşlama kuvvetleri üzerine etkisi [37,38].....	65
Şekil 4.16. Taşlamada mikroskobik etkileşim durumları.....	66
Şekil 4.17. Taşlamada knematik simülasyon.....	67
Şekil 4.18. Oluşan talaş geometrisi.....	67
Şekil 5.1. Sistemin genel görünümü ve CNC fener miline montajlı hali.....	74
Şekil 5.2. Klasik düzlem yüzey taşlamada eksen hareketleri.....	75
Şekil 5.3. Mekanizmanın montajlı resmi.....	76
Şekil 5.4. Mekanizmanın demonte edilmiş hali.....	77
Şekil 5.5. Çevresel dönme hareketi (Birinci dönme hareketi) aktarım şeması.....	80
Şekil 5.6. Eksenel dönme hareketi (İkinci dönme hareketi) aktarım şeması.....	81
Şekil 5.7. Taşlanan numune parçası.....	83
Şekil 5.8. Numunelerin tablaya yerleşimi.....	84
Şekil 5.9. CNC tezgahda düzlem yüzey taşlama hareket şekli.....	84
Şekil 5.10. Deney numuneleri yüzey pürüzlülük sonuçlarının alınma yönleri.....	87
Şekil 5.11. Yüzey pürüzlülük değerlerinin numune üzerinden alınma yönleri ve Bölgeleri.....	87
Şekil 6.1. (a) Klasik yöntemde bölgelerin Ra değeri (b) Yeni yöntemde bölgelerin Ra değeri.....	91
Şekil 6.2. Klasik yöntemde değişik parametrelerde bölgeler arası Ra farkları.....	92
Şekil 6.3. Yeni taşlama yönteminde değişik parametrelerde bölgeler arası Ra farkları.....	93
Şekil 6.4. Kullanılan taş cinsleri ve sertlik durumları.....	96
Şekil 6.5. Farklı talaş derinliklerinde farklı taş cinslerine ait yüzey pürüzlülük	

	<u>Sayfa No</u>
değerleri.....	98
Şekil 6.6. Taş Cinsi 5 (NK36P5V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	101
Şekil 6.7. Taş Cinsi 3 (NK46O5V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	101
Şekil 6.8. Taş Cinsi 1 (NK60N5V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	102
Şekil 6.9. Taş Cinsi 4 (EKR46K6V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	103
Şekil 6.10. Taş Cinsi 2 (EKR60K6V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	103
Şekil 6.11. Taş cinsi ile fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	105
Şekil 6.12. Taş Cinsi 5 (NK36P5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	106
Şekil 6.13. Taş Cinsi 3 (NK46O5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	107
Şekil 6.14. Taş Cinsi 1 (NK60N5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	108
Şekil 6.15. Taş Cinsi 4 (EKR46K6V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	109
Şekil 6.16. Taş Cinsi 2 (EKR60K6V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi.....	110
Şekil 6.17. Farklı taş sertliklerinin talaş derinliğine bağlı olarak Fener mili 80 dev/dak değerinde Ra üzerindeki etkisi.....	112
Şekil 6.18. Farklı taş sertliklerinin talaş derinliğine bağlı olarak Fener mili 160 dev/dak değerinde Ra üzerindeki etkisi.....	113
Şekil 6.19. Farklı taş sertliklerinin talaş derinliğine bağlı olarak Fener mili 240 dev/dak değerinde Ra üzerindeki etkisi.....	114
Şekil 6.20. Taş cinsi 5 (NK36P5V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	115
Şekil 6.21. Taş cinsi 3 (NK46O5V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	116
Şekil 6.22. Taş cinsi 1 (NK60N5V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	117
Şekil 6.23. Taş cinsi 4 (EKR46K6V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	118
Şekil 6.24. Taş cinsi 2 (EKR60K6V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş	

	<u>Sayfa No</u>
derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	119
Şekil 6.25. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği (a=0,01 mm) ve yanıl kayma miktarına (4 mm) bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	121
Şekil 6.26. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği (a=0,02 mm) ve yanıl kayma miktarına (4 mm) bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	122
Şekil 6.27. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği (a=0,03 mm) ve yanıl kayma miktarına (4 mm) bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	123
Şekil 6.28. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği (a=0,01 mm) ve yanıl kayma miktarına (8 mm) bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	124
Şekil 6.29. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği (a=0,02 mm) ve yanıl kayma miktarına (8 mm) bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	125
Şekil 6.30. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği (a=0,03 mm) ve yanıl kayma miktarına (8 mm) bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	126
Şekil 6.31. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (80 dev/dak) ve farklı yanıl kayma miktarlarına ve talaş derinliklerinde Ra üzerindeki etkisi ..	127
Şekil 6.32. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (160 dev/dak) ve farklı yanıl kayma miktarlarına ve talaş derinliklerinde Ra üzerindeki etkisi...	128
Şekil 6.33. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (240 dev/dak) ve farklı yanıl kayma miktarlarına ve talaş derinliklerinde Ra üzerindeki etkisi...	129
Şekil 6.34. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (80 dev/dak) ve farklı yanıl kayma miktarlarına bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	130
Şekil 6.35. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (160 dev/dak) ve farklı yanıl kayma miktarlarına bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	131
Şekil 6.36. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (240 dev/dak) ve farklı yanıl kayma miktarlarına bağılı olarak Ra üzerindeki etkisi.....	132
Şekil 7.1. Oluşturulan talaş modeli.....	134
Şekil 7.2. Çıkan talaşların fotoğrafik görüntüleri.....	134
Şekil 7.3. a) Taşlama geometrisi ve iş ve taş geometrisi b) Tek bir taneciğin oluşturduğu talaş kesiti [34].....	135
Şekil 7.4. Oluşan talaşların lamellere alınması.....	135
Şekil 7.5. Deney numunelerinin incelenmesi için kullanılan NIKON marka mikroskop.....	136
Şekil 7.6. Oluşturulan sistemle elde edilen talaşların mikroskopik görüntüsü.....	137
Şekil 7.7. a) Önceki talaş oluşumu ve taş dönme hareketleri b) Yapılan çalışmadaki talaş oluşumu ve taş dönme hareketi.....	138
Şekil 7.8. Düzlem yüzey taşlamada klasik talaş yolu ve oluşan talaş kesiti.....	138
Şekil 7.9. Düzlem yüzey taşlamada oluşturulan yeni talaş yolu ve oluşan talaş	

	<u>Sayfa No</u>
kesiti.....	139
Şekil 7.10. Klasik düzlem yüzey taşlama işleminde iş parçası taş arayüzü.....	140
Şekil 7.11. Yeni sistemin hareket ve buna bağlı parametrelerinin gösterimi.....	143
Şekil 7.12. Taşlama taşının radyal kesme hızı.....	144
Şekil 7.13. Taşın ikinci dönme hareketine bağlı aksenal çizgisel hızı ve aksenal açısal hız.....	145
Şekil 7.14. V_e ve V_r arasındaki ilişki.....	146
Şekil 7.15. X_e ve X_r arasındaki ilişki.....	147
Şekil 7.16. Colton'a göre klasik düzlem yüzey taşlamada talaş kesiti [78].....	148
Şekil 8.1. Efektif çap ve aksenal dönme yarıçapı (r) gösterimi.....	154

TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Zımpara taşlarının renkleri (TS 291, DIN 69100).....	29
Tablo 3.2. Standart tane büyüklükleri (TS 291, DIN 69100).....	29
Tablo 3.3. Taş sertlikleri (TS 291, DIN 69100).....	30
Tablo 3.4. Taşların standart dokuları.....	31
Tablo 3.5. Taşlama sonuçlarını etkileyen faktörlerin gruplandırılması [56].....	34
Tablo 3.6. Yüzey kalite Standartları (ISO 1302, TS 2040).....	41
Tablo 3.7. Yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri.....	42
Tablo 4.1. İşlenecek malzemenin cinsine göre taşın kesme hızı ve işin ilerleme hızı değerleri.....	45
Tablo 4.2. Genel istatistiksel yaklaşımlar.....	53
Tablo 5.1. Sistemin monte edildiği CNC tezgah özellikleri.....	74
Tablo 5.2. Kullanılan standart elemanlarla ilgili özellikler.....	78
Tablo 5.3. Deney numuneleri kimyasal analizi.....	83
Tablo 5.4. Deneyde kullanılan taşların tane büyüklükleri [53].....	85
Tablo 5.5. Kullanılan taşlama taşı özellikleri.....	85
Tablo 5.6. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazının teknik özellikleri.....	86
Tablo 5.7. Tüm deneylerde kullanılan parametreler	88
Tablo 5.8. Her taş için yüzey pürüzlülüğü ölçüm parametre listesi.....	89
Tablo 6.1. Klasik yöntemle taşlama işleminde kesme parametreleri.....	90
Tablo 6.2. Kıyaslama için kullanılan taşlama taşı parametreleri.....	90
Tablo 6.3. Yüzey pürüzlülüğü tablosu.....	93
Tablo 6.4. Deneyler sonucu elde edilen Ra yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri ve işleme parametreleri.....	94
Tablo 8.1. Eksenel (efektif) çapta kesme hızları değerleri.....	155

SEMBOLLER LİSTESİ

a	: Talaş derinliği
a_E	: Talaş derinliği
b	: Talaş genişliği
c	: Aktif kesme yapan tanecik sayısı
C	: Deneysel sonucu elde edilmiş sabit katsayı
d	: Kesme derinliği
D, ds, d	: Taş çapı
Ft	: Toplam taşlama kuvveti,
Ft, ch	: Talaş oluşum kuvveti (teğetsel)
Ft, pl	: Talaş batma, kesme kuvveti (teğetsel)
Ft, sl	: Talaş kayma enerjisi (teğetsel)
f	: İlerleme
fn	: Normal kuvvet
ft	: Teğetsel kuvvet
fc	: Kesme kuvveti
h	: Aktif taneciklerin oluşturduğu ortalama talaş kalınlığının derinliği
ks	: Taşlanan malzemenin özgül kesme direnci
L, l	: Temas yayı uzunluğu
n	: Devir sayısı
Ra	: Yüzey pürüzlülüğü
r	: Yarıçap
r	: Taş genişliğinin talaş derinliğine oranı
n	: Devir sayısı
Rd	: Radyal kesme derinliği
η	: Tezgâh verimi
N_{kin}	: Aktif taneciklerin sayısı
q	: İş parçası ilerlemesi ve taşlama taşı ilerlemesi arasındaki oran
s	: Tabla enine ilerleme miktarı
U	: Toplam enerji
Uch	: Talaş enerjisi
Upl	: Kazıma, batma, kesme, enerjisi
Usl	: Kayma enerjisi
x, y, z	: Taşlama taşı üzerindeki kesici taneciğin koordinatlarını
Q	: Talaş temas açısı
v	: Taşlama taşı dönme açısını
s	: İlerleme
t, d	: Talaş derinliği
Vt	: Tabla ilerleme hızı
Vs	: Taşın çevre hızı
Vw	: Taşlama taşı kesme hızını
Vp	: İş parçasının hızı
Vc	: Taşın çevresel hızı
W	: Talaş temas genişliği
V	: Kesme hızı
v	: İlerleme

KISALTMALAR LİSTESİ

CNC	: Computer Numerical Control (Bilgisayarlı Sayısal Denetim)
HSG	: Taramalı Taşlama Yöntemi
CBN	: Kübik Bor Nitrür
HRC	: Rockwell Sertlik Birimi
2D	: İki Boyutlu
3D	: Üç Boyutlu
KTO	: Kaldırılan Talaş Oranı
PSD	: Güç Yörünge Yoğunluğu
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
DIN	: Alman Normu
BUE	: Built-Up-Edge

1. GİRİŞ

Bir imalat prosesinde; işlem planlama sürecinin belirlenmesinde, minimum maliyet ve maksimum üretim hacmi ile birlikte en iyi işleme parametrelerinin (kesme kuvvetleri, yüzey kalitesi, aşınma değerleri, kesme parametreleri vb.) belirlenmesi esastır. Talaşlı imalatta ve özellikle taşlama işlemlerinde adı geçen herhangi bir parametrenin değişmesi son işlemde parça üzerinde yüzey kalite performansında önemli ölçüde etkili olmaktadır.

Taşlama işlemlerinde de üretim maliyetini düşürmek ve üretilen iş parçası kalitesini artırmak için, kullanılan taş ve işleme parametrelerinin iyi seçilmesi gerekmektedir. Taşlama işlemi esnasında bu parametrelerin ayrı ayrı etkilerinin yanı sıra birbirleriyle de etkileşimi söz konusudur. Bu parametrelerin birbirleri arasındaki etkileşimi iyi bilinmez ve etkileri tam olarak tespit edilemezse taşın hızlı aşınması, yanması ve ayrıca taşlanan iş parçasının bozulması veya yeni bir işlem gerektirecek derecede iş parçası yüzey kalitesinin bozuk olması gibi maliyeti artıracak ve zaman israfına neden olacak problemler ortaya çıkabilir [1].

Taşlama işlemi, iş parçalarının istenilen şekil, ölçü ve ölçü toleranslarında elde edilmesini sağlayan önemli bir imalat yöntemidir. Bu yöntem iş parçalarının özellikle diğer işleme yöntemleriyle (tornalama, frezeleme vb.) yeterli tamlıkta ve yüzey kalitesinde üretilmediği durumlarda kullanılır [2].

Taşlamayla talaş kaldırma işlemi, kesici dişlerin yerine çok sayıda aşındırıcı taneciklerin bulunduğu, frezeleme işlemine benzetilebilir. Bir aşındırıcının kaldıracağı talaş kalınlığı, freze çakısı dişlerinde olduğu gibi sıfırdan maksimum talaş değerine kadar değişmektedir. Bu şekilde kaldırılan talaşın boyutu her aşındırıcı tane için birkaç mikron civarında olmaktadır. Ancak aynı anda çok sayıda aşındırıcının talaş kaldırdığı düşünülürse talaş hacmi oldukça artmaktadır. Taşlamayı etkileyen önemli bir faktör de aşındırıcıların aşınması ve taştan koparak ayrılmasıdır. Talaşlı üretimin temel elamanı olan makine, kesici takım ve işlenecek malzeme üzerinde yıllardır devam eden araştırmalar, talaş kaldırma esnasında meydana gelen kesme kuvvetlerinin ve etkilerinin analizi ve doğru olarak ölçülmesini de gerekli hale getirmiştir. Taşlamacılıkta bu amaçla birçok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, taşlama işlemi esnasında, taşlanan malzemede oluşan problemler tamamıyla çözülememiştir [3].

Genelde, bir yüzeyin taşlanması için, ideal kesme, yanal yer değiştirmeyeyle oluşan kazıma, iş parçasının hareketi, aşındırıcı taş, iş parçasının elastikliği, titreşim gibi birçok işlem kombinasyonu gerekmektedir. Kontrol edilebilen ve edilemeyen çok sayıda değişik parametre taşlama işleminde etkili olmaktadır [4].

Talaşlı imalatta, taşlama metoduyla daha fazla talaş kaldırma işlemi, üzerinde fazlaca durulan bir konu haline gelmiştir. Taşlama işlemi genel olarak, küçük derinlikte talaşların kaldırılmasında kullanılır. Fakat kesme derinliği ve ilerlemenin artmasıyla daha yüksek değerlerde talaş kaldırma çalışmaları da artmıştır.

Taşlama yöntemleri incelendiğinde tüm taşlama sistemlerinde dönen bir taş yöntemi ile taşlama işlemi yapılıyorsa bu taşın kendi ekseni etrafında radyal yönde dönme hareketi yaptığı görülecektir. Dönen bu taş ile birlikte iş parçasına verilen değişik şekillerde doğrusal ve dairesel hareketlerin kombinasyonundan oluşan bir taşlama şekli görülecektir.

Taşlama yöntemlerindeki yüzey pürüzlülüğü incelendiğinde taş hareketine bağlı değişik yüzey pürüzlülüğü şekilleri oluşmakta, taşın işleme yapmasından sonra bileme ihtiyaçları oluşmaktadır ve taş formu ile elde edilen yüzey topoğrafisi oluşmaktadır.

Taşlama yöntemi ile yapılan çalışmalarda elde edilen talaş şekilleri incelendiğinde normal frezelemedeki talaş şekli daha çok baz alınarak ve buna benzer bir talaş formunun elde edildiği gözlemlenmektedir.

Yapılan çalışmada, düzlem yüzey taşlama yöntemi baz alınarak taşlama taşının kendi ekseni etrafında radyal olarak dönme hareketine, geliştirilen yeni bir mekanizma sayesinde ilave bir dönme hareketi ilave edilmiştir. Geliştirilen yeni mekanizma sayesinde, taşın eksenine dik yönde elde edilen dönme hareketi ile farklı talaş derinliği, farklı devirlerdeki yeni dönme hareketleri, farklı yanal kayma miktarlarının ve değişik taş cinsleri ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki incelenmiştir. Ayrıca talaş derinliğinin, yeni dönme hareket devirlerinin, yanal kayma miktarının ve taş sertliğinin, yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Geliştirilen sistem CNC tezgâh fener miline bağlanarak manyetik tablaya bağlanan St 37-2 çelik malzeme numuneler değişik kesme parametrelerinde taşlanmıştır. Taşlanan tüm numunelerin üzerinden taşın ilerleme yönüne dik, paralel ve çapraz yönlerde yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı ile yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri ölçülmüştür. Elde edilen tüm sonuçlar talaş derinliği, devir sayısı, yanal kayma miktarı ve taş sertliği parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne olumlu veya olumsuz yönde etkisinin ölçülmesinde kullanılmıştır. Ayrıca yeni taşlama yöntemi ile elde edilen talaşlar

optik olarak incelenmiş, talaş kesitinin modellenmesi ile yeni sistemin kesme kuvveti, güç, enerji ve sıcaklık yönünden formülasyonu yapılmıştır. Geliştirilen yeni sistem sayesinde taşlama tezgahı ihtiyacı da ortadan kalkmaktadır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İnsanlığın ilk çağlarından itibaren kullanmaya başladığı yüzey işleme tekniklerinden biri olarak yüzey taşlama yöntemi gösterilebilir. Tarihin ilk çağlarından itibaren insanlar bazı sert malzemelerle diğer yumuşak malzemelerden talaş kaldırarak ilk talaşlı işleme başlatmış ve ilk aşındırıcıları bu yolla kullanmıştır. Daha sonraki süreçlerde aşındırıcı diye tanımlanan kesici yapılar geliştirilmiştir ve değişik adlarla anılmışlardır [5].

Bir imalat prosesinde; işlem planlama sürecinin belirlenmesinde, minimum maliyet ve maksimum üretim hacmi ile birlikte en iyi işleme parametrelerinin (kesme kuvvetleri, yüzey kalitesi, aşınma değerleri, kesme parametreleri vb.) belirlenmesi esastır. Talaşlı imalatta ve özellikle taşlama işlemlerinde adı geçen herhangi bir parametrenin değişmesi son işlemde parça üzerinde yüzey kalite performansında önemli ölçüde etkili olmaktadır [6].

Yüzey bütünlüğünün önemi; kırılma dayanımı, korozyon hızı, gerilme-korozyon çatlama, aşınma, manyetik özellikler ve boyutsal kararlılık gibi ürün performansı üzerindeki etkilere bağlıdır [7].

Yüzey bütünlüğü; bitirme yüzeyi, metalürjik hasar ve kalıcı gerilmeler gibi yüzeylerin kalitesiyle ilgili bütün yönleri kapsamaktadır. Bitirme yüzeyi işlenen yüzeyin kalitesiyle ilgilidir. İşlenen yüzey Avrupa ve Japonya'da tepe-çukur pürüzlülüğüne göre ölçülür, İngiltere ve Amerika'da Ra'ya göre ölçülmektedir [8].

Bitirme yüzeyi örnek olarak bazı uygulamalarda önemli olabilir. Bu uygulamalar yüzeye gelen yüke göre taşlama çizgilerinin konumu, taşlanan yüzeyin kırılma dayanımında önemli bir rol oynamaktadır. Yükleme yönüne dik bir çekme gerilmesi, yükleme yönüne paralel bir çekme gerilmesinden daha düşük kırılma dayanımı göstermektedir. Yüzey bütünlüğünün ikinci yönü olarak metalürjik hasar; mikro yapının değişimi veya yüzey sertliğindeki değişim, çok kırılman malzemelerdeki mikro çatlaklar veya yorulma dayanımındaki değişim, kırılma dayanımı, gerilme, korozyon kırılması veya aşınma hızı ile karakterize edilmektedir. Yüzey sertliğindeki değişimin bir sebebi taşlama esnasında oluşan kritik sıcaklıktaki faz dönüşümleridir. Mesela faz dönüşümü çeliklerde, taşlanmış parçaların östenitlenmesi ve su verilmesiyle oluşmaktadır. Yüzey bütünlüğünün üçüncü yönü olan kalıcı gerilmeler; kırılma dayanımı, yorulma dayanımı, aşınma direnci, boyutsal kararlılık ve iş parçası malzemesinin metalürjik özellikleri ile ilgilidir [8]. Bu

yüzden taşlanmış parçalardaki kalıcı gerilmelerin oluşumunu sağlayan taşlama kuvvetlerinin tamamen anlaşılması gerekmektedir.

Yüzey pürüzlülüğünün iyileştirilmesinde değişik parametreler üzerinde değişikliklere gidilmiş ve bu konuda oldukça değişik çalışmalar yapılmıştır. Warkentin ve arkadaşları [9] yaptıkları çalışmada; taşlama taşının düz ve üzerinde yiv açılmış şekli ile yüzey taşlama işlemi yapmışlardır. Taş yüzeyine yiv açmak için sivri uçlu bir elmas bileme ucu kullanılmış ve değişik adımlarda yiv açılmış taşlarla ve kesme parametrelerle taşlama işlemi yapılmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda normal taşlama taşına göre iki kat talaş kaldırma hacmine ulaşılmış, %61 oranında güç tasarrufu sağlanmıştır. Taşlama yüzey kalitesinde ise aynı Ra değerleri yivsiz taştaki ile 3 kat daha fazla talaş derinliğinde elde edilmiştir. Bu önemli bir zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır.

Düzlemsel parçaların işlenmesinde klasik düzlem yüzey taşlama yöntemi yanında alternatif yöntemler üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Ohmori ve arkadaşları [10] yaptıkları çalışmalarda kesici taş olarak silindirik disk şeklinde manyetik bantlı bir disk kullanılmıştır. Parlatıcı disk parçayla manyetik bir etki ile temas ettirilerek parça yüzeyi parlatılmıştır. Ancak bu çalışmada oldukça pahalı bir makine geliştirilmiştir.

Yapılan bir dalma taşlama çalışmasında deneysel sonuçlar, kırılğan malzemelerin (metal dışı) taşlanmasında taş karakteristiğinin performansını önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Araştırmada bir taneyi esas alarak, kesme kalınlığı modeli taşlama işleminin kinematik simülasyonuna dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu model, taş parametreleri (tane boyutu, doku, birleştirme maddesi) ile talaş arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Yapılan model ve deneyler seçilen üç parametreden tane boyutunun taşlama performansı üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu göstermiştir [11].

Savaş ve Özay [12] geliştirdikleri yeni bir yöntem olan teğetsel tornalama-frezeleme işleminde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini araştırmış ve optimum kesme parametrelerini belirlemişlerdir. Yapılan araştırmalar neticesinde elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerlerinin taşlama kalitesine yakın olduğunu tespit etmişlerdir.

Jae-Seab ve diğerleri [13] yüzey yanıt yöntemi kullanarak sertleştirilmiş SCM440 çeliğinin silindirik taşlanmasında yüzey pürüzlülüğü ve taşlama kuvvetlerini araştırmışlardır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda yüzey yanıt yöntemi ile elde edilen matematiksel modelin imalat öncesinde uygun taşlama şartlarının belirlenmesine yardımcı olacağını belirtmişlerdir.

Gavaş ve diğ. [14], dört farklı malzemenin helisel taramalı taşlama yöntemi (HSG) ile taşlayarak geleneksel silindirik taşlama yöntemi ile karşılaştırarak yeni yöntemin yüzey pürüzlülüğü ve yuvarlaklık üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Helisel taramalı taşlama yönteminin geleneksel silindirik taşlama yöntemine göre yüzey pürüzlülüğünü azalttığını belirlemişlerdir.

Susana ve diğ. [15], eş eksenli olmayan iş parçalarının tornalama-frezeleme yöntemi ile işlenmesindeki takım yolunu ve maliyetini hesaplamaya çalışmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda bu iş parçalarının tornalama-frezeleme tezgâhı ile işlenmesinin klasik frezeleme ve tornalamaya göre daha ekonomik olduğunu belirlemişlerdir.

Choi ve arkadaşları [16], CBN ve alüminyum oksit taşlama taşları kullanarak kuru taşlama, basınçlı soğuk hava ve soğutma sıvısı kullanarak silindirik taşlama yapmışlardır. Taşlama yönteminde soğutma işleminin yüzey pürüzlülüğü ve artık gerilme üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Basınçlı havanın soğutma sıvısına göre yüzey pürüzlülüğünü azalttığını ifade etmişlerdir. Basınçlı soğuk havanın hızının artırılması ile artık gerilmenin azaldığını belirtmişlerdir.

Hassui ve Diniz [17], AISI 52100 çeliğinin taşlanması sırasında taşlama parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve titreşim üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Ayrıca oluşan titreşim ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir.

Suzuki ve diğ. [18], yüzey kalitesini artırmak ve yüzeyde oluşan mikro çatlak ve ısıl zararların giderilmesi için helisel taramalı taşlama yöntemi (HSG) diye adlandırdığı bir yöntem ortaya koymuşlardır. Bu yöntemin yüzey pürüzlülüğü açısından geleneksel silindirik taşlama yöntemine göre daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir.

Demir ve Güllü [19] yaptıkları çalışmada yüzey taşlama işleminde taş dokusunun yüzey pürüzlülüğüne ve taşlama kuvvetlerine etkilerinin incelemişlerdir. Taşlama deneyleri 3, 5 ve 7 dokularına sahip Al_2O_3 taşlarla farklı tabla hızlarında ve farklı kesme derinliklerinde yapılmıştır. Bu çalışmada iş parçası olarak sertleştirilmiş AISI 1050 (50 HRC) çelik kullanılmıştır. Taşlama işlemi esnasında oluşan taşlama kuvvetlerinin ölçülmesi için daha önce tasarımı ve imalatı yapılan bir dinamometre kullanılmıştır ve bu dinamometre ile oluşan taşlama kuvvetleri bilgisayara kaydedilmiştir. Taşlanmış parçaların yüzey pürüzlülükleri de ölçülmüştür. Artan taş dokusu ile yüzey pürüzlülük değerlerinde önemli artışlar olmakla birlikte taşlama kuvvetlerinde belirgin bir değişiklik görülmemiştir. En büyük taşlama kuvveti en yüksek kesme derinliğinde en küçük taş dokusuna sahip taşla taşlama işlemi esnasında kaydedilmiştir. Taş dokusunun, yüzey pürüzlülük değeri üzerinde

etkisinin büyük olduğu görülmüştür. AISI 1050 numunelerini taşlama işleminde kesme derinliğinin artırılmasıyla ortalama yüzey pürüzlülük değerlerinde %44–68 artma olmuştur. Taş dokusuna göre en kararlı yüzey pürüzlülük değerleri ve taşlama kuvvetleri, orta sıklıkta dokuya sahip 60M5 taşında oluşmuştur.

Diğer bir çalışmada, yüzey taşlama işleminde taş sertliğinin yüzey pürüzlülüğüne ve taşlama kuvvetlerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Taşlama deneyleri I, M, ve Q sertliklerine sahip Al_2O_3 taşlarla farklı tabla hızlarında ve farklı kesme derinliklerinde yapılmıştır. İş parçası olarak sertleştirilmiş AISI 1050 (50 HRc) ve AISI 4140 (52 HRc) çelikleri kullanılmıştır. Taşlama işlemi esnasında oluşan taşlama kuvvetlerinin ölçülmesi için daha önce tasarımı ve imalatı yapılan bir dinamometre kullanılmıştır. Oluşan taşlama kuvvetlerinin bilgisayara kaydedilmesi için bu dinamometre bir bilgisayara bağlanmıştır. Taşlanmış parçaların yüzey pürüzlülükleri de ölçülmüştür. Artan taş sertliği ile yüzey pürüzlülük değerlerinde ve taşlama kuvvetlerinde önemli artışlar görülmüştür. I sertliğindeki taşla yapılan taşlama işlemlerine göre, Q sertliğindeki taşta, yüzey pürüzlülük değerleri %53,5, ortalama taşlama kuvvetleri %59,8 daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Sonuç olarak;

-Yapılan taşlama işlemlerinde, her iki malzemede (AISI 1050, AISI 4140) de taş sertliğinin yüzey pürüzlülüğü oluşumunda önemli derecede etkisinin olduğu görülmüştür. Taş sertliği arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri de artmıştır.

-Aynı şartlarda ve değişik taş sertliklerinde yapılan taşlama işlemlerinde kesme derinliğinin artmasıyla taşlama kuvvetlerinin 5,2-6,9 kat arttığı görülmüştür.

-Yapılan taşlama işlemlerinde, I-sertliğindeki taşta oluşan ortalama taşlama kuvvetlerine (tabla hızı 510 mm/sn) göre, M sertliğinde %17,3 ve Q sertliğinde ise %59,8 ortalama taşlama kuvvetleri daha fazla olmuştur [20].

Taşlamanın temel amacı; iş parçasının istenen yüzey kalitesi ve ölçü tamlığında üretilmesini sağlamak ve sertliği 50 Rc'den yüksek olan malzemeleri işlemektir. Taşlamanın bitirme işlemi olması veya daha sonraki işlemlere iyi bir geçiş sağlaması bakımından taşlama parametrelerinin iyi seçilip doğru belirlenmesi gerekmektedir. Taşlama işleminde sürtünme ve deformasyonun etkisiyle iş parçası yüzeyinde kalıcı gerilmeler meydana gelmekte ve metalurjik hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarları azaltmaya ve taşlama kalitesini artırmaya yönelik bir takım çalışmalar ile taşlama kalitesinin

artırılmasına yönelik yapılmış olan teorik ve deneysel çalışmaların bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Taşlama işleminde, kesici olarak kullanılan taş tanelerinin geometrik şekillerinin düzenli olmamasından dolayı, kesici tanelerin kesme açılarını ve her taneye ne kadar talaş geleceğini tam olarak belirleyip hesaplamak mümkün olmadığından taşlama işleminin modellenmesi zordur.

Taşlama işleminde taş tanelerinin körelmesinden dolayı bitirme yüzeyi kalitesinin verilen tolerans sınırını aşmadan taşlar zamanında bitenmelidir. Belirli bir miktar talaş kaldırmış taşlarda oluşan taşlama kuvvetleri, yeni bitenmiş taşlarda oluşan taşlama kuvvetlerinin yaklaşık üç katı olduğu görülmüştür [21].

Bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile yapay zekadaki gelişime paralel olarak taşlama işlemlerinde de bu yöntemlerin kullanımına geçilmiştir. Bu yönüyle Rowe ve arkadaşları [22], bir çalışma yapmışlar ve yapay zekaya dayalı bir analiz programı geliştirmişlerdir. Bu yöntemde çok katmanlı geliştirilen bir yaklaşımın avantajları, taşlama şartlarının seçimi için sunulmaktadır. Geliştirilen yöntemde, durum tabanlı mantık, nöral ağ mantığı ve kuralla dayalı mantık adı verilen üç tip yaklaşım kullanılmaktadır. Durum tabanlı mantık, taşlama taşı kombinasyonu ve kontrol parametrelerin seçimi için ana problem çözme faktörü olarak çalışmaktadır. Kural tabanlı mantık, durum tabanında elverişli olmayan ilişkin verilerde çalışmaktadır. Nöral ağ mantığı ise gerekiyorsa bir taşlama taşı seçiminde çalışmaktadır. En sonunda operatör, kontrol parametrelerin değerleri veya taş hakkında final kararları vermektedir. Çok etmenli yaklaşım, herhangi basit yaklaşımın sınırlarını aşmak ve hibrit çözümler üreten çalışmış farklı etmenlerin etkilerini birleştirmektedir. Sistem beklenildiği gibi elde edilen verilerle yapay zekadaki öğrenme yeteneğini kullanabilmekte ve taşlama şartlarının seçimini oluşturmaktadır.

Taşlama işlemi için güvenilir bir model oluşumu, tahmini işlem performansı için kilit bir konudur. Yaptığı çalışmada Inasaki, taşlama taşı yüzey karakteristiği temsil eden optik profilometri tabanlı bir metot geliştirmiştir. Taş topoğrafya bilgisinin hesaplanması, taşlama işleminin bir bilgisayar simülasyonunda zemin yüzey pürüzlülüğünün taşlama kuvvetini tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada her bir grup kabul edilen taneciklerin kesme kenarlarının talaş kaldırma işlemi simülasyonu, taşlama taşı ve iş parçası arasındaki bağıl harekete göre simüle edilmiştir [23].

Badger ve Torrance [24], yapmış oldukları çalışmada teorik taşlama tablolarını hesaplayan ve taşlamada oluşan kuvvetleri tahmin etmekte kullanılabilecek iki bilgisayar

modeli geliştirmişlerdir. Modelden tahmin edilen kuvvetler ile taşlama deneylerinden ölçülen kuvvetler arasında karşılaştırma yapılarak doğrulama yapılmıştır. Bununla ilgili ilk model Challen ve Oxley tarafından geliştirilen malzemede çizgi oyuklar dizisini oluşturan iki boyutlu (2D) yüzey-gerilme kayma-doğru alan teorisine dayalıdır [25]. İkinci model, William ve Xie'nin üç boyutlu (3D) piramit şekilli pürüzlülük modeli esaslıdır [26-28]. Her iki modelde tanecik iş parçası arayüzündeki plastik deformasyonu ve taş ve iş parçası arasındaki sertlik dağılımlarını incelemektedir. Bu çalışmada ise taşlama testleri yatak çelik malzemesinde ve takım çeliği malzemesinde denenmiştir. Tanecik temas yüzeyindeki kuvvetler bu modellerle incelenmiş ve teorik olarak hesaplanan kuvvetler ile deneysel ölçümlerde korelasyonun mevcut olduğu görülmüştür. Oluşturulan 3D model ile de birçok doğru tahmine ulaşılmıştır.

Taşlama işleminde önemli olan hususlardan biri de taşlama taşının taşlama işlemi sırasında taşın kesici taneciklerinin durumunun incelenmesidir. Yaptıkları çalışmada Chen ve Rowe [29], taşlama işlemi ve simülasyonunu kapsayan üç kategorik çalışmanın ilkinde, tek nokta elmas kaplamalı taş yüzeyi üzerinde inceleme yapmışlardır. Taşlama işleminde aşınan uçlardan dolayı taşın yapısını tekrar oluşturmak ve kesme verimliliğinin sürekliliği açısından kaplanması gerektiği üzerinde durulan çalışmada taşlama işlemin kontrolü açısından önemli bir husus olan taşlama taşı yüzey oluşum işlemini anlamak için bir simülasyon geliştirilmiştir ve bu simülasyon taş yüzeyinin oluşumu, taş hacminde rastgele aralıklı taneler ile yapılmıştır. Ayrıca taş kesme yüzeyinin topoğrafyası, taşı kapladığı gibi ideal bir kaplama aracının hareketinin simüle edilmesiyle oluşturulmuştur. Burada elde edilen taş topoğrafya simülasyonu, kaplama aracının hareketini, tane boyutunu, taneler arası boşluğu, tanelerin işlem sırasındaki parçalanmasını ve işlem sırasındaki tane kopmalarını dikkate almaktadır. Simüle edilmiş kesme kuvvetleri, deneylerden elde edilen ve simülasyondan tahmin edilen sonuçlarla karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiş ve bu eşleştirmelerden kaplamanın taşlama işleminin parametrelerinden önemli bir etken olduğu sonucuna varmışlardır.

Üç kategorik taşlama işlem simülasyonu ve analizi tanımlayan çalışmanın ikinci kısmında daha önce taş taneleri ile iş parçası arasındaki etkileşime bağlı olan taşlama işleminde iş parçasının yüzeyinin oluşumu ile ilgili kaplamayla elde edilen taş yüzeyinin simülasyonu üzerinde yaptıkları çalışmaya bu çalışmada Chen ve Rowe [30], iş parçasıyla temas halindeki her tanenin kesme hareketini simüle ederek taşlama işlemini araştırmak için bir yöntem tanımlamışlardır. İş parçasının bir kesitinden geçen her bir tane üzerindeki

kuvvet simüle edilerek taşlama kuvvetinin analizi yapılmıştır ve sonuç olarak simüle edilmiş iş parçası yüzeyi, deneysel sonuçları ile benzer özellikleri gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada ayrıca taneciğin iş parçası yüzeyi üzerindeki oluşturduğu batma durumu incelenmiştir. Tanecik modeli olarak küresel bir yapı ile modelleme yapılmış ve oluşan batma ve kazıma şekillerinden elde edilen kesme kuvvetleri ayrıca ele alınmıştır. Yapılan hesaplamalar deneyler ile yapılan iş parçaları ile kıyaslanmıştır ve benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Agarwal ve Rao [31], yaptıkları çalışmada taş yüzeyi üzerinde rastgele tanecik yüksekliği, tanecik geometrisi ve kesme kenarına sahip bir taşlama taşı ile seramik taşlamada elde edilmiş taşlanmış yüzeyler üzerindeki yüzey pürüzlülüğünün aritmetik ortalamasının tahmini yönünde hesaplama yapmak için bir analitik model üzerinde çalışmışlardır. Günümüzde ürün kalite güvencesi oldukça önemli bir kaygıdır ve bu kaygı seramik taşlamanın da önemli bir bileşenidir. Toprak ürünlerinde de yüzey pürüzlülüğü oldukça önemli parametredir. Bu nedenle yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi standartlaştırılmış olmasına rağmen yüzey pürüzlülüğünün güvenilir şekilde tahmini için bir modelin kurulması yine kilit rolü olan bir konudur. Bu nedenle yapılan bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü ve talaş kalınlığı arasında silikon karbür taşlamanın deneysel sonuçlarıyla desteklenmiş basit bir ilişki elde edilmiştir.

Geliştirilmiş ürün kalitesi elde etmek, işlemlerin modellenmesi, yüksek performans ve düşük maliyetlerin elde edilmesi için herhangi bir işlem kontrolü için optimizasyon oldukça gerekli bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Seramik taşlamada en önemli etken, taşlama şartları ve mekanik ile aşındırıcı taneler ve seramik malzeme arasındaki termal etkileşimler, oluşmuş mikro çatlaklar ve kalan gerilmeler, taş özellikleri ile toprak seramiğinin eğilme kuvvetini ilişkilendiren işlem modellerin kurulumudur. Bu yönüyle Li ve Liao bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmada aktif kesme noktalarının sayısı, tanecik başına düşen ortalama normal kuvvet (f_n) ve teğetsel kuvvetini (f_t) hesaplamak için modelleme yapmışlardır. Hem normal kuvvet (f_n) ve hem de teğetsel kuvvet (f_t), kesme kenarı ve tane kesme derinliğinin ortalama talaş temas arayüzünün bir fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Hem normal kuvvet (f_n) ve hem de teğetsel kuvvet için ağırlıklı sünek-akış rejimi ve ağırlıklı hassas gevrek-kırılma rejimi için farklı ifadeler geliştirilmiştir [32].

Taşlama işleminin optimizasyonu, modellenmesi ve kontrol edilmesi bakımından taşlama kuvveti ve taşlama gücünün tahmin edilebilmesi ve hesaplanması oldukça önemlidir. Bu yönüyle Hecker ve arkadaşları [33], taşlama işleminin kinematik şartları,

malzeme özellikleri, taş mikro yapısı ve dinamik etkilerin bir fonksiyonu olarak deformasyona uğramamış talaş kalınlığının olası dağılımını esas alan taşlama işlemindeki taşlama kuvvetlerini ve taşlama enerjisinin hesaplanmasında tahmin edilebilir bir sonuç veren bir model geliştirmişlerdir. Burada talaş kalınlığı ana rastlantısal değişken olarak kabul edilerek Rayleigh saçılımı olasılık yoğunluk fonksiyonu bir model çıkarılmıştır. Bu modelde, taşın radyal derinliği bakımından statik tane yoğunluğu ve tane geometrisiyle verilmiş taşın mikro yapısını hesaplamada kullanılmaktadır. Burada dinamik kesme kenar yoğunluğu, kinematik olan ama görünmeyen taneler ve yüzeyde görünen tane sapmaları gibi dinamik olaylar ve kinematiğin etkilerini kapsamak için hesaplanmıştır. Taşlama temas uzunluğunun elastik deformasyonu, yüzey taşlamada toplam teğetsel ve normal kuvvetleri ve silindirik taşlamada toplam taşlama enerjisini tahmin etmek dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır. Bu yönüyle çeşitli deneyler yapılmış ve sonuçlar teğetsel, normal kuvvet ve enerji yönüyle modelle kıyaslanmıştır.

Yaptıkları çalışmada Chang ve Wang [34], düzlem yüzey taşlamadaki kuvvet ve enerji analizi üzerinde çalışmışlardır. Tane dağılımının rastgele yapısını kapsayan bu çalışmada, taşlama şartları ve tane dağılımının bir fonksiyonu olarak olasılıksal toplam taşlama kuvveti için bir modelleme üzerinde çalışılmıştır. Dinamik taşlama kuvveti, tek bir tane kuvveti ile tane yoğunluk fonksiyonunun birleşimi olarak formülize edilmiştir. Tekil tane kuvveti, taşlama işleminin belirleyici itme tepkisi olarak kabul edilerek model üzerinde çalışılmış ve taş geometrisinin analizinden elde edilmiştir. Taşlama kuvvetinin görüngen karakteristiği, tane yoğunluk fonksiyonunun güç görüngen yoğunluğu (PSD) ve tekil tane kuvvetinin enerji görüngen yoğunluğu enerjisinin bir ürünü olarak ifade edilebilen toplam taşlama kuvvetinin enerji görüngen yoğunluğu (PSD) olan frekans etki alanında araştırılmıştır. Taşlama kuvveti (PSD) ifadesinin analitik yapısı, taşlama kuvveti üzerindeki taşlama şartları ve tane dağılımı etkilerin analizine ve hesaplanmasına olanak sağlar ve mekaniğe ait taşlama katsayıları ile taşlama yoğunluk fonksiyonunun PSD'nin tanımlanmasına izin verir. Oluşturulan tüm analitik yaklaşımların denenmesi için çeşitli deneyler yapılarak teorik olarak oluşturulan modelin denemesi yapılmış ve doğruluğu araştırılan çalışmada deneysel sonuçların teorik olarak elde edilen bulguları ve modeli teyit ettiği görülmüştür.

Taşlama işleminin kinematik simülasyonu konusunda bir çok bilim adamı çalışmalar yapmış olup hem taş yüzeyinin incelenmesi ve hem de taşlanan yüzey üzerindeki yüzey topoğrafisinin yapısı ile ilgili modelleme yapmışlardır. Bu amaçla

Nguyen ve Butler [35], taş yüzeyindeki aktif ve pasif taneciklerin yüzey topoğrafisi üzerinde çalışmışlar, taş yüzeyindeki kesici tanecikleri aktif ve pasif şeklinde kategorize ederek bunu modellemişlerdir. Bunun için geliştirilen algoritma ile hem aktif açığa sahip kesici aşındırıcı taneler ile kesme, çizme ve sürtünme şeklindeki taneciklerin topoğrafyası üzerinde çalışma yapılmıştır ve bununla ilgili iş parçası yüzeyleri de ayrıca incelenmiştir.

Yapmış oldukları çalışmada Salisbury ve diğerleri [36], tek pasoda işlenen bir yüzey taşlama işleminde yüzey topoğrafisinin oluşumu için geometrik kinematik bir modelleme geliştirmişlerdir. Taşlama işlemine etki eden taş ve iş parçası yüzeylerinin topoğrafik durumu ayrı ayrı incelenerek bir bilgisayar destekli model FORTRAN diliyle yazılmıştır. İlerleme hızı ve taşlama taşının devir sayısı baz alınmış ve parametre olarak kullanılmıştır. Simüle edilen model ile deneysel çalışmalar karşılaştırılmıştır ve her iki yöntemdeki sonuçların birbirleriyle uyumlu oldukları gözlemlenmiştir. Ayrıca bu model kullanılarak yapılan simülasyon çalışmaları, üç boyutlu yüzey dokusu üzerinde işlem parametrelerinin etkilerini anlamak için de ayrıca kullanılmıştır.

Değişik taşlama taşı modelleri günümüzde çok fazla araştırılmakta ve hem aşındırıcı taş malzemesi ve hem de kesme parametreleri üzerinde deneyler yapılmaktadır. Bu yönüyle Yui ve Lee [37], Ø300x25x Ø50.8 ebatlarında kesme kenarı 0.2 mm kalınlıkta CBN kaplı bir taşlama taşının yüksek devir hızlarında taşlama denemelerini yapmışlardır. İmal edilen CBN taşlama taşı ile 58 HRC sertlikte numuneler taşlanmıştır. Taşlama taşının yüksek hızlarda genişmesi analitik ve deneysel metotla ölçülerek karşılaştırılmıştır ve her iki modeldeki sonuçların örtüştüğü tespit edilerek taş devrinin yükselmesi ile taşın genişlemesinin doğru orantılı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca daha yüksek taş hızı daha az kesme kuvvetlerini vermiştir ve bu durum talaş kaldırma oranları arttıkça daha da belirgin hale gelmektedir.

Taş topoğrafisinin incelemesine dair diğer bir çalışmada Kim ve Ahn [38] taşlama taşının aşındırıcı taneciklerin kesme yapabilmesi için gerekli uygun kaplama derinliği (gözenek derinliği) ve kaplama aralığı (gözenek aralıkları) elde etmeye yönelik karar verme sürecine dayalı sistematik bir yaklaşım tanımlamışlardır. Bir eddy akım sensörü ve taş yüzeyindeki aşındırıcı tanecikleri ölçen bir lazer okuyucu ile çalışan taş üzerindeki yük ve taş yüzeyi topoğrafisi farklı açılarda çekilmiştir. Aşındırıcı taneciklerin kesme yüksekliği (gözenek derinliği) ve kaplama aralığı (gözenek aralıkları) ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki işleme esnasında karşılaştırılmıştır. Daha az aşındırıcı tanecik

körlenmesi veya kaybı ve daha yüksek yüzey pürüzlülüğü elde etmek için analizler yapılmıştır.

Birçok model, düzenli tanecik dağılımı ve taşlama işleminin rastgele doğasını hesaba katmadan taşlama taşı üzerinde tahmini olarak tanecik yoğunluğunu esas alarak taşlama kuvveti ile ilgilenir. Taneciklerin rastgele dağılışı ve taşlama taşı üzerindeki çıkıntılı taneciklerin yüksekliği taşlamadaki kesme olayını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle Sharp ve arkadaşları [39], yapmış oldukları çalışmada taneciklerin lokal davranışları ve bunun kesme parametrelerine etkisini incelemiştir. Taş üzerindeki her tanecik farklı talaş yüklemelerine maruz kalır. Bir tanecik hiç işlenmemiş yüzeyden 1. izi oluştururken ardından gelen diğer taş 1. taşın izinden talaş alabilmektedir ve bu tür davranışlar kesme kuvvetlerini etkilemektedir. Yükleme olayının gösterimi hem topoğrafik ve hem de mekanik özellikleri içeren üç boyutlu bir taşlama taşı modeline ihtiyaç duyar. Yükleme olayı, taşlama taşının gözenek yapısından ve işlem sırasındaki (kesme) talaş birikmesinden etkilenmektedir. Bu nedenle taşlama taşı modelinden lokal tane sıcaklığı dikkate alınmalıdır. Bir taşlama taşındaki tane sıcaklığı veya boşluk miktarı genellikle taşın özelliği, imalat şekli ve bağlama elamanından etkilenmektedir.

Belirli taşlama işlemleri, düzenli yüzey yapısı (RST) oluşumu için özel şekillendirilmiş bir taşa ihtiyaç duymaktadır. Bu gibi durumlarda, taş nominal aktif yüzeyi, özel bir yolda taşlanmış yüzey üzerinde yeniden oluşturulur. Bu nedenlerle yola çıkan ve düzenli yüzey yapısı oluşturmak için Stepien P. [40], bir çalışma yapmış ve özel yapı taş modeli geliştirmişlerdir. Yöntemin basit örneği, taşlama derinliğinden daha derin olan sarmal oyuklara sahip taşlı taşlamaya dayanır. Kalıp düzeni, daha uzun zamanda taş aşınmasına bağlıdır. Bu yöntemde taşlama kuvveti, bu nedenle, en önemli işlem göstergelerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada aşındırıcı tanelerin rastgele düzenini varsayan taşlama işleminin simülasyonuna dayalı bir model geliştirilmiş ve bu model taşlama kuvvet ölçümleri yapılarak denemeler yapılmıştır ve model doğrulanmıştır. Üç ayrı yüzey modeli oluşturularak bu modeller üzerinden analizler yapılmıştır.

Yine benzer şekilde taşlama işleminde taş topoğrafisi üzerinde araştırma yapan Doman ve arkadaşları [41] taş topoğrafisine dayalı modelleme üzerinde çalışmış, bir boyutlu, iki ve üç boyutlu modelleri değerlendirmiş ve geliştirilen üç boyutlu topoğrafya modelleri için önemli düzeyde model bileşenleri tanımlamışlardır. İleriki topoğrafya

modellemeleri için gelecekteki çalışmalara yön verecek tane boyutu, tane şekilleri ve dizilişleri ve taş kaplamasını kullanan genel bir modelleme yaklaşımı geliştirmişlerdir.

Yapmış oldukları çalışmada Nguyen ve arkadaşları [42] silindirik bir taşlama taşının üç boyutlu sonlu elemanlar ısı transfer modeli ile taş ve taşlama yüzeyi arasındaki ısı transferini araştırmışlardır. Bu çalışmada Ck1045 çeliği işlenmiş ve bunun için iki taşlama metodu seçilmiş olup bunlar zikzak ilerlemeli ve dalma ilerlemeli taşlama şekilleridir. İş parçası yüzeyinde her iki modelde ısı transferinden kaynaklanan martenzitik bir tabakanın oluştuğu gözlemlenmiş ve zikzak taşlama şeklinde üniform kalınlığa sahip bir yüzeyin oluşmasına karşılık dalma taşlamada ise değişik çevrelerde bu tabakalara rastlanmıştır. Oluşan bu martenzitik katmanlar SEM fotoğrafları ile incelenmiştir. Geliştirilen sonlu elemanlar metodu ile çıkan hesaplamalar ile deneysel sonuçlar birbirini destekler şekildedir.

3. TAŞLAMA TEKNOLOJİSİNE GİRİŞ

İnsanlar çok önceleri yaşamlarını sürdürmek amacıyla doğada bulunan taşlardan yararlanmışlardır. Doğadaki taşları sertliklerine göre sınıflandırmışlar ve taşlardan yaptıkları kesici aletlerle önceleri savunma amaçlı kullanım ve avlanma için kullanmışlardır. Çok sert olan taşlarla daha yumuşak taşları yonmuşlar ve pek çok tarihi eseri meydana getirmişlerdir.

Daha sonraları insanlar doğadaki aşındırıcı özelliğine sahip olan taşları bulmuşlar ve bunları bileme ve parlatma işlemlerinde kullanmışlardır. Ancak 1860'lerden sonra bugün zımpara taşı diye adlandırdığımız taşları oluşturan aşındırıcı taneler ve tozlar üretilmiş ve bunlar kille karıştırıldıktan sonra sıkıştırılarak o günün şartlarında aşındırıcı taşları yapmışlardır.

Parça üzerinden yüzey temizleme amacıyla sert aşındırıcı malzemelerin kullanılması ile yapılan yüzey temizleme teknolojisinin taşlama teknolojisi olarak tanımlanması yaygın olarak kullanılmaktadır [43].

Taşlama işlemi genel olarak sert aşındırıcılarla parça üzerinden talaş kaldırarak yüzey temizleme prosesi olarak tanımlanabilir[43].

İlk aşındırıcı taşlar torna tezgahlarında sert çelik parçaların parlatılmasında ve ölçüye getirilmesinde kullanılmış ve daha sonra tozlar keçelerle birlikte kullanılarak kesici aletler bilenmişlerdir. Daha sonraları ise bu taşlar çapak alma ve pürüzlerin giderilmesinde kullanılmışlardır [44].

Günümüzde ise taşlama tekniği en önemli yüzey işleme yöntemidir ve yüzey işleme işlemlerinin yaklaşık %70 i bu süreçten geçmektedir [45]. Taşlamacılık işlemleri oldukça eski bir tarihe dayanmakta ve önceleri doğal taşlar kullanılmasına karşın sentetik aşındırıcılar 19. yüzyıldan sonra kullanılmaya başlanmıştır [46].

Tüm bunlarla birlikte taşlamacılık hassas yüzey kalitesi ve iyi toleransların istenildiği uzay teknolojisi, otomotiv, savunma sanayi, taşımacılık, medikal parça imalatı ve elektronik parça imalatında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır [47].

Taşlama uygulamalarını sanayinin birçok kolunda görmek mümkündür. Bunlar arasında yüksek yüzey hassasiyeti gerektiren medikal araç üretimi, aerodinamik yapıların imali, hassas otomotiv parçaları, elektronik gibi uygulamalar gösterilebilir. Taşlamanın tüm şöhretine rağmen taşlama işlemi hala kara büyü olarak adlandırılmaktadır [48].

Endüstride yapılan bilimsel çalışmalar sonucu teknolojik gelişmelerin sağlanması sonucu üretilen ürünlerin kullanımında makinelerin ve ekipmanların geliştirilmesinin yanında oluşturulan yeni üretim yöntemleri de üretilen ürünlerin kalitesini, geometrik hassasiyetini, üretim hacimlerini arttırmakta ve ürünlerin maliyetlerini düşürmektedir.

Ürünler tornalama, frezeleme gibi üretim proseslerinden sonra istenilen şekil, ölçü ve ölçü toleranslarının elde edilmesi için yüzey taşlama işleminden geçmektedirler. Böylelikle üretilen ürünler hem yeterli tamlıkta ve hem de istenilen yüzey kalitesinde üretilmektedir [49].

Taşlama işlemi hem modern imalat yöntemlerinde ve hem de geleneksel üretim işlemlerinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Parçaların ölçü tamlığı, dairesellik, yüzey kalitesi ve görünümünün önemli olduğu yerlerde taşlama yöntemi özellikle tercih edilir. Makinelerde oldukça fazla kullanılan kızaklar, kayıtlar, dişli çarklar, merdaneler, yatak ve bilezikler ile ölçü aletleri vb tüm araç ve ekipmanlar özellikle de sürtünmenin minimuma indirgenmesi istenen yerlerde yüzey taşlama özellikle istenen bir yöntemdir. Ayrıca taşlanan yüzeylerin korozyona karşı korunmasının istenmesi bu yöntemi imalatta önem derecesi olarak oldukça ön sıralara koymaktadır [50].

Üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve üretilen iş parçasının kalitesini arttırmak için taşlama işlemlerinde kullanılan taş cinsi ve taşlama parametreleri oldukça iyi seçilmelidir. Bu parametreler hem tek başlarına ve hem de birbirleri ile etkileşimli olarak taşlama prosesine etki etmektedirler. Bu parametrelerin doğru olmaması durumunda kullanılan taş hızlı aşınacak, yanma olayı meydana gelecek ve böylece iş parçası bozulacak, bunları gidermek için de ekstra işlem gerekecektir. Bu da ayrı bir maliyet ve zaman kaybını beraberinde getirecektir [50].

Bu nedenle yapılan çalışmalarda kesme kuvvetlerinin tespiti ve analiz edilmesi talaşlı imalat işlemlerinde üretilen iş parçası kalitesinin artırılması ve maliyetlerin düşürülmesi açısından oldukça önem kazanmaktadır [51,48].

Kesme kuvvetleri, ısı oluşumu, takım ömrü, işlenen yüzeyin kalitesi ve iş parçasının boyutları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Benzer şekilde kesme kuvvetleri, taşlama işlemi esnasında da aynı etkilere sahip olmaktadır. Kesme kuvvetleri aynı zamanda takım tezgâhlarının, kesici takımların ve gerekli bağlama kalıplarının tasarımında da önemli bir etkidir. Kesme kuvvetlerinin teorik olarak belirlenmesi için yapılan mühendislik hesaplamaları ile elde edilen değerlerin, etkisi tam olarak tespit edilemeyen

değişik faktörler ve çok yönlü gerilmeler nedeniyle çoğu zaman deneysel olarak ölçülen değerlerle uyuşmadığı görülmüştür [52].

Bu nedenle kesme kuvvetlerinin talaş kaldırma işlemleri üzerindeki etkisini iyi analiz edebilmek için bu kuvvetlerin daha doğru olarak tespit edilmesi gerekmektedir. Özellikle, taşlama işlemi diğer talaşlı imalat işlemlerinden çok daha karmaşık olduğu için taşlama işlemlerinde kesme kuvvetlerinin deneysel olarak ölçülmesi daha da önem kazanmaktadır.

3.1. Taşlama Yöntemleri

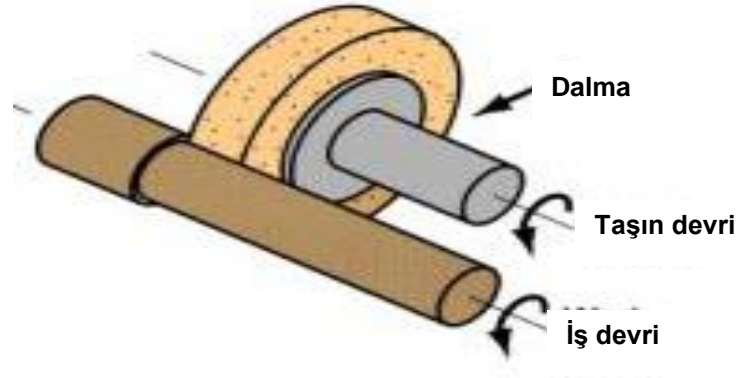
Taşlama, aşındırıcı bir malzemedan yapılan ve kesme kısımlarının geometrisi belli olmayan bir takım ile talaş kaldırma işlemidir. Taşlamada kesme, taş denilen takımın dönme hareketi ile gerçekleşir: ilerleme ise parça veya takım tarafından yapılabilir. Taşlama işlemi; genellikle tornalama, frezeleme, planyalama veya vargelleme işleminden sonra ölçü tamlığı ve yüzey kalitesini iyileştirmek için uygulanan nihai bir işlemdir. Hassas taşlama şartlarında 0.002 mm ölçü tamlığı elde etmek mümkündür [53]. Taşlama işlemleri, işin biçimine ve taşla işin bağıl hareketine göre adlandırılır. Bunlar;

3.1.1. Silindirik Taşlama

Silindirik taşlama işlemi dairesel kesitli bir parçanın iç ve dış yüzeylerine yine silindirik kesitli bir taşlama taşı ile taşlanması işleme yöntemidir. Bu yöntemin iki çeşidi bulunmaktadır.

a. Dış yüzey taşlama

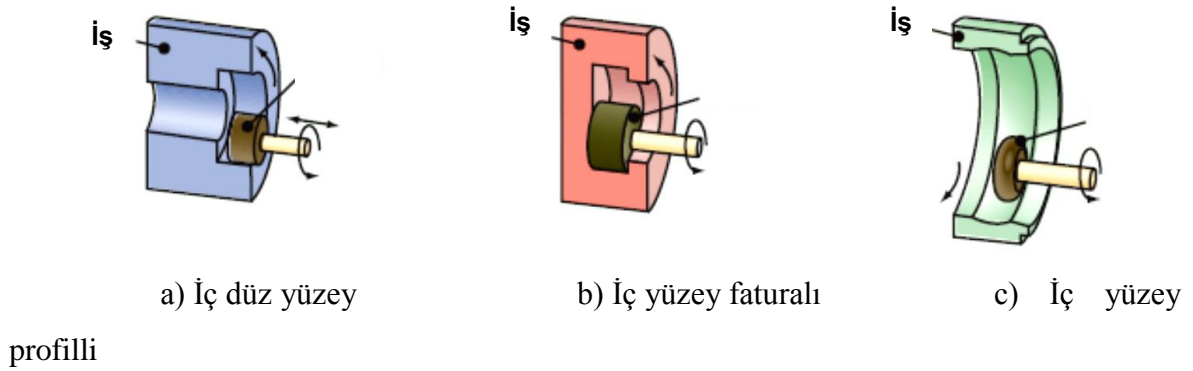
Parçaların dış silindirik yüzeylerinin taşlanması işlemidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Dış yüzey silindirik taşlama yöntemi

b. İç yüzey taşlama

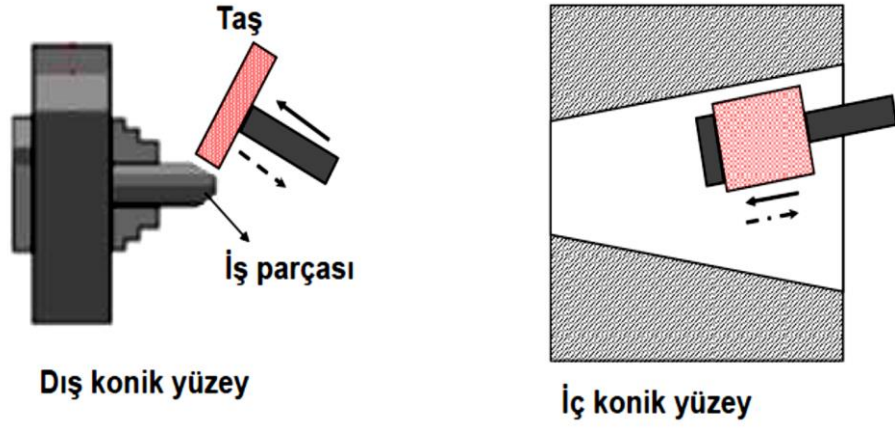
Parçaların içerde kalan silindirik yüzeylerin taşlanması şeklindedir. İçteki taşlanacak yüzey düz şekilde, içten faturalı ve iç yüzey profilli olan şekilde olabilir. Bu şekil 3.2 de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. İç yüzey silindirik taşlama yöntemleri

3.1.2. Konik Taşlama

Silindirik konik şekilli iç ve dış yüzeylerin açısal olarak taşlanması yöntemidir (Şekil 3.3).



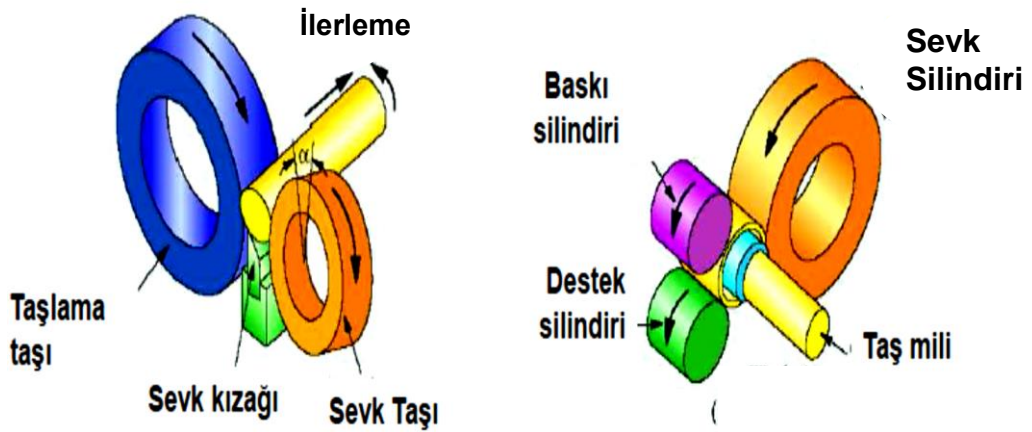
Şekil 3.3. Dış ve iç konik yüzey taşlama yöntemi

3.1.3. Krank Taşlama

Krankların bu iş için tasarlanan ve kaçık eksen milleri taşıyabilen tezgahlar vasıtası ile taşlanması şeklindedir.

3.1.4. Puntasız Taşlama

Küçük çaplardaki ve özellikle de kısa dairesel kesitli parçaların iç ve dış yüzeylerinin iki silindirik taşlama taşı arasında alınarak taşlanması yöntemidir (Şekil 3.4)



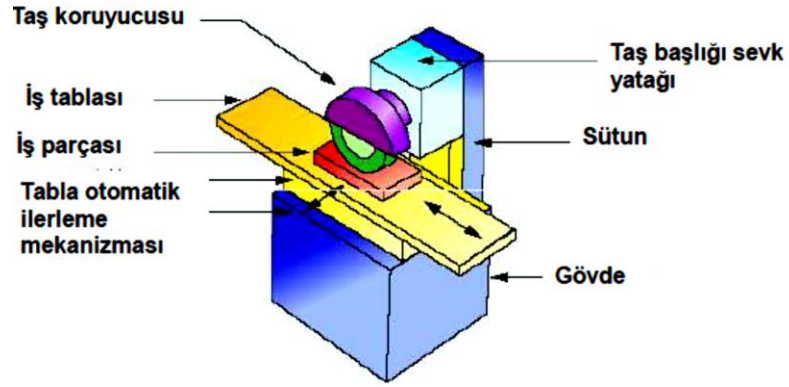
Şekil 3.4. Puntasız taşlama yöntemi

3.1.5. Düzlem yüzey taşlama

Şekil ve biçime bağlı olmaksızın her hangi bir parçanın yüzeyinin taşlanması yüzey taşlama olarak adlandırılır. Aşındırıcı ile işlemede, yüzey taşlama işlemi ifadesi, genelde dönen taşlama diski altındaki yatay düzlemde iş parçasının ilerlemesiyle, düz, açısız ve değişik geometriye sahip yüzeylerin elde edilmesi işleminin adıdır [54].

a) Yatay milli düzlem yüzey taşlama

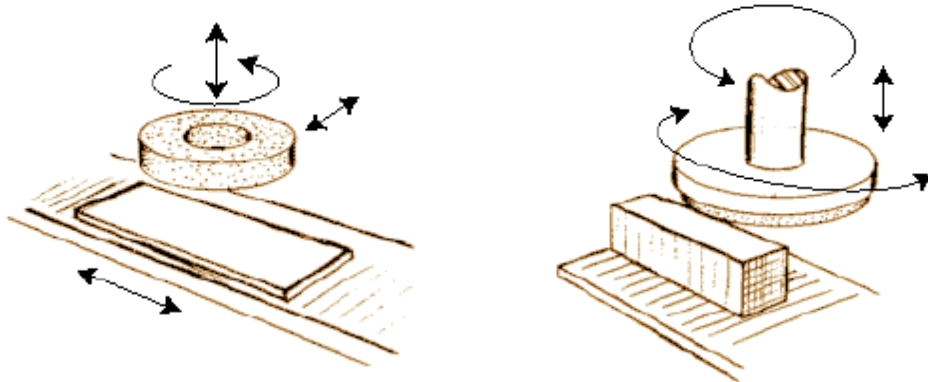
Taş eksenin yatay konumda olup taşın silindirik yüzeyinin iş parçası üzerinde doğrusal ve açısız hareketleri ile taşlama işleminin yapılmasıdır (Şekil 3.5)



Şekil 3.5. Yatay milli düzlem yüzey taşlama yöntemi

b) Düşey milli düzlem yüzey taşlama

Taş ekseninin dikey konumda olup, doğrusal ve dairesel olarak ilerleyen iş parçası üzerinden taşın alın yüzeyi ile taşlama işleminin yapıldığı taşlama yöntemidir (Şekil 3.6)



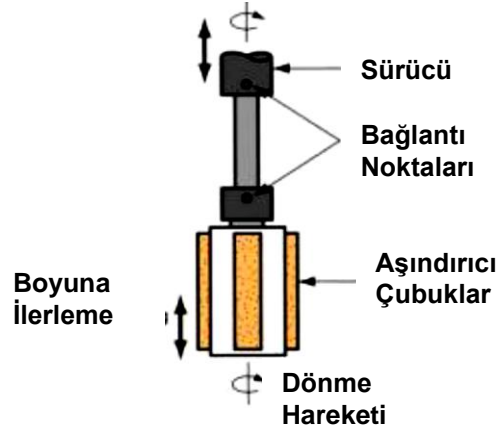
Şekil 3.6. Düşey milli düzlem yüzey taşlama yöntemi

3.1.6. Dalma Taşlama

Genelde silindirik ve prizmatik parçaların iç ve dış yüzeylerine parça eksenlerine paralel olarak dalma hareketi yaparak taşlama işleminin yapıldığı taşlama yöntemidir. İki şekilde yapılır.

a. İç yüzey dalma taşlama

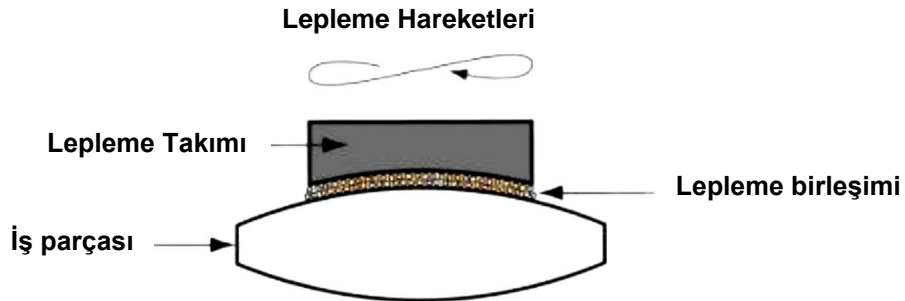
Silindirik ve sabit bir parçanın iç yüzeyine doğrusal olarak dalma hareketi yapan ve kendi ekseninde dönen taşlar vasıtasıyla parça iç silindirik yüzeylerinin taşlanması şeklindedir (Şekil 3.7). Bu yöntem honlama diye de anılmaktadır.



Şekil 3.7. İç yüzey dalma taşlama yöntemi

b. Dış yüzey dalma taşlama

Parçaların dış yüzeylerine doğrusal yönde hareket eden bir taş vasıtasıyla dış yüzeylerinin taşlanması yöntemidir (Şekil 3.8) Bu yöntem lepleme yöntemi diye de anılmaktadır.

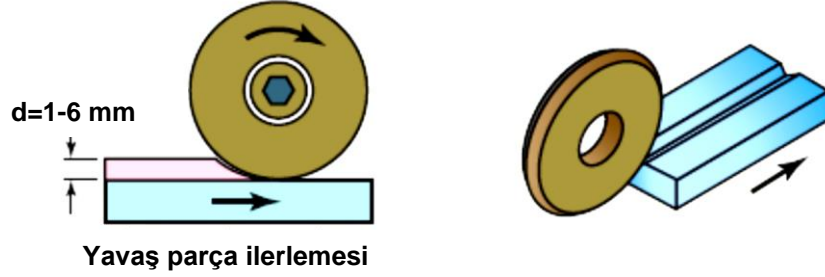


Şekil 3.8. Dış yüzey dalma taşlama yöntemi

3.1.7. Profil Taşlama

a. Özel profiller

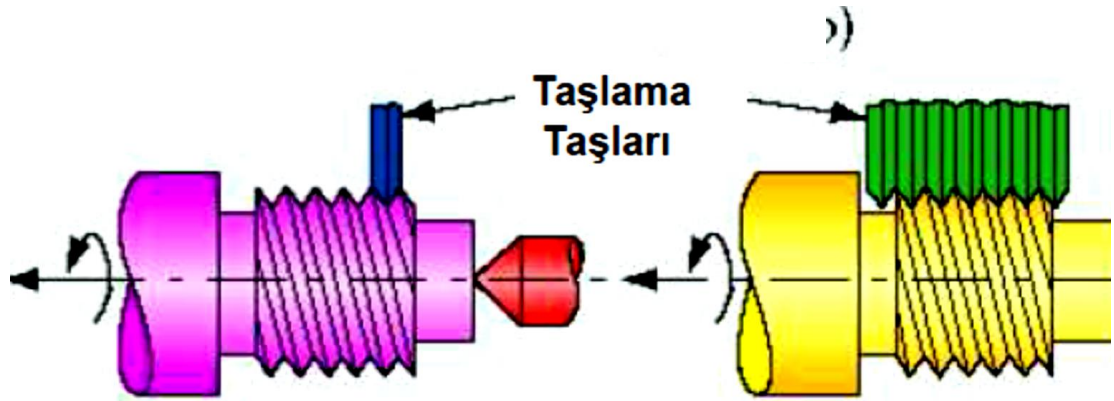
Taşlama taşının üzerindeki özel olarak imal edilmiş profil şeklinin parça üzerindeki aynı profilli yüzey üzerinden taşlama yaptığı yöntemdir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Profil taşlama yöntemi

b. Vida taşlama

Vida diş kesimine uygun imal edilmiş tekli ve çok sıralı taşlama taşları ile taşlanması yöntemidir (Şekil 3.10)



Şekil 3.10. Vidaların tekli ve çok sıralı taşlarla taşlanması yöntemi

c. Dişli çark taşlama

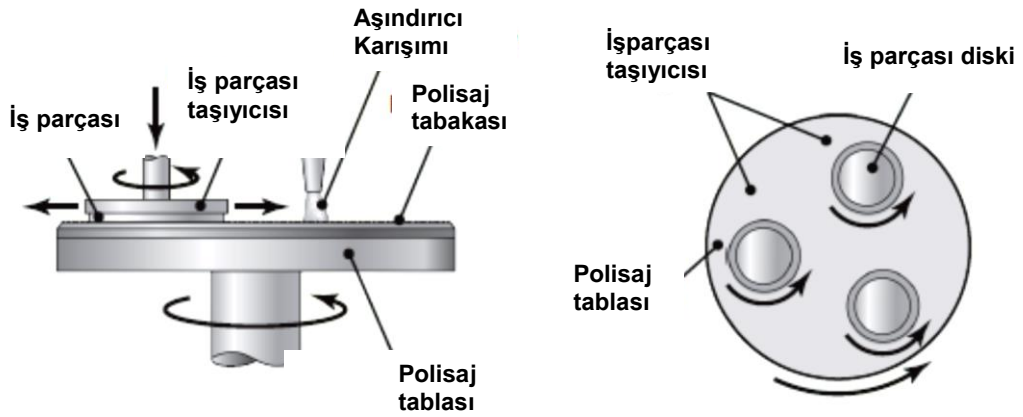
Dişli çarkların diş modülüne uygun olarak bilenmiş taşlama taşları ile özel dişli taşlama tezgâhlarında temas yüzeylerinin taşlanması yöntemidir (Şekil 3.11)



Şekil 3.11. Dişli çarkların taşlanması

3.1.8. Elektrokimyasal taşlama

Parçaların özel kimyasallarla yüzeylerinin taşlanması yöntemidir (Şekil 3.12)



Şekil 3.12. Elektrokimyasal taşlama yöntemi

3.2. Taşlama Taşları

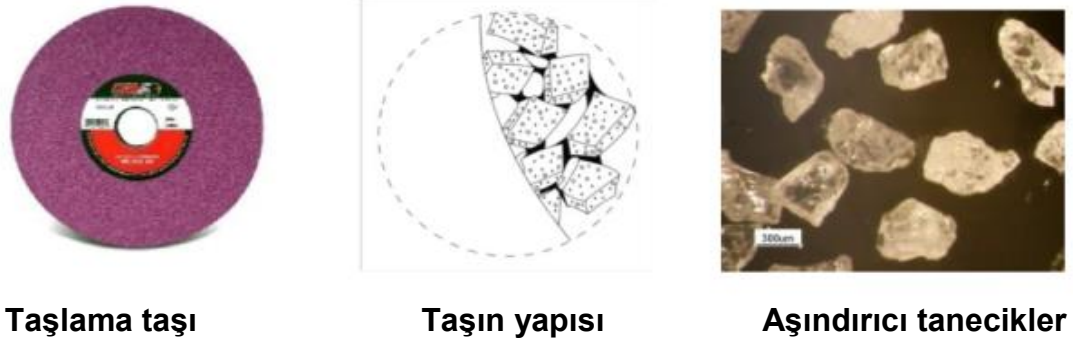
Taş adını alan taşlama taşları; geometrisi tam olarak belli olmayan çok ağızlı bir takımdır. Başka bir ifadeyle taşlama takımı birbirleri ile bir bağlayıcı madde ile bağlanan binlerce aşındırıcı parçalarından meydana gelmektedir (Şekil 3.13)



a) Aşındırıcı tanecikler b) Bağlayıcı elemanı c) Aşındırıcı ve bağlayıcı karışımı

Şekil 3.13. Taşlama taşı yapım elemanları

Her hangi bir taşın; aşındırıcı tanecikleri, bağlama maddesi ve boşluklar olmak üzere üç elemanı vardır. Aşındırıcı tanecikler esas takımı, bağlama maddesi takımı tutturmayı, boşluk ise, talaş kırma ve aynı zamanda talaşın uzaklaştırılması görevini yapan hacmi meydana getirmektedir [55] (Şekil 3.14)



Taşlama taşı

Taşın yapısı

Aşındırıcı tanecikler

Şekil 3.14. Taşlama taşı yapı elemanları

Taşlama taşlarında genel olarak % 54 oranında aşındırıcı taneler, %26 oranında bağlayıcı eleman ve %20 oranında ise boşluk bulunur.

3.3. Aşındırıcı Malzemeler

Aşındırıcılar, tanecik ve toz halinde bulunan ve çok hassas işlemlerde kullanılan sert malzemelerdir. Bunlar doğal ve sentetik(yapay) olmak üzere iki gruba ayrılır.

Doğal aşındırıcıların en önemlisi doğal korund, kuvars ve elmaştır. Doğal korund ve zımpara doğal alüminyum oksidinin en önemli bileşenidir. Ancak bunlar olmadıkları

için günümüzde çok az bulunurlar. Sentetik aşındırıcı malzemeleri alüminyum oksit, silisyum karbür ve sentetik elmas olmak üzere üç gruba ayrılır [55].

3.3.1. Doğal Zımpara Taşları

a) Doğal Korund (Corundum)

Kristal yapısı çok değişik ve hematit grubundan olan bu aşındırıcının içerisinde %80-95 oranında Al_2O_3 bulunmaktadır. Genel olarak renkleri koyu gri, kahverengi, açık mavi, sarı ve beyazdır. Yakut ve safir olan çeşitleri mücevheratta, korund çeşidi ise zımpara taşı imalatında kullanılır.

b) Kuvars

Kimyasal formülü SiO_2 olan kuvarsın bileşiminde %42-50 oranında Si bulunmaktadır. Çok değişik isimlerle anılan kuvarsın çakmak taşı, kösele taşı gibileri öğütülerek zımpara taşı imalatında kullanılmaktadır.

c) Doğal elmas

Karbonun uzun yıllar toprak altında kalması ile oluşan elmas taşının öğütülerek zımpara taşlarının imalatında kullanılır.

3.3.2. Yapay Zımpara Taşları

Yapay zımpara taşları Dr. Edward Acheson tarafından 1891'de yaptığı deney sonuçları neticesinde toz halindeki kok ve kili belli oranlarda karıştırarak elektrik fırınında bu maddelerin birleşmesini sağlamış ve elmas sertliğine yakın tanecikler elde etmiştir. O zamandan günümüze çok çeşitli yapay aşındırıcı yapılar elde edildi.

a) Silisyum karbit (Karbonkorundum) zımpara taşları (C, SiC)

Silisyum Karbit tanelerinin belli kimyasal ve fiziksel aşamalardan geçirilmesi ile yeşil ve siyah renkte elde edilen aşındırıcı tanelerdir.

Yeşil renkli silisyum karbitin kimyasal bileşimini oluşturan ham maddesi saftır. En çok sert ve kırılğan malzemelerle sementit karbit (sert metal) kesici takımların taşlanması için kullanılır.

Siyah renkli silisyum karpitin kimyasal bileşimini oluşturan ham maddesi saf değildir ve genellikle yumuşak malzemelerin taşlanması için kullanılır.

b) Alüminyum oksit (korund) taşları (A)

Değişik kimyasal ve fiziksel işlemler sonucu Alüminyum Oksitinin içerisinde %95 korund, %5 silis, demir oksit ve titanyum yapısının elde edilmesi ile elde edilen yapıdır. Genel olarak 4 ana gruba ayrılır

► Saf Korund (EK): Hiçbir katkı maddesi bulunmaksızın bileşiminde %99.5 oranında alüminyum oksit bulunan beyaz veya gül pembesi renkte bir aşındırıcıdır. Bu zımpara taşları genellikle çelik, sert ve sertleştirilmiş parçaların taşlanmasında, aynı zamanda kesici aletlerin bilenmesinde kullanılır.

► Yarı Saf Korund (HK): Bileşiminde Alüminyum Oksit oranı %98, Titanyum oranı %1,7-2,4 olan bu taşlar, sarı kahverengi renklerinde imal edilirler. Bu taşlar genellikle az baskı gerektiren parçaların taşlanmasında, tüfek namlularının taşlanmasında ve cam eşyaların taşlanmasında kullanılırlar.

► Normal Korund (NK): Bileşiminde yaklaşık %96 Alüminyum Oksit ve %2,9-4 oranında Titanyum bulunan korund zımpara taşlarıdır. Gri ve kahverengi renklerde yapılırlar ve çelik, çelik döküm, temper döküm, sert ve sertleştirilmiş çelik parçaların taşlanmasında kullanılırlar.

► Siyah Korund (KS): Bileşiminde yaklaşık %70-85 oranında Alüminyum Oksit ve %15-30 oranında silis, demir oksit ve titanyum bulunan siyah ve koyu kahverengi renklerinde imal edilen bu aşındırıcılarla cam ve optik malzemelerin taşlama işleri yapılır.

c) Elmas zımpara taşları

1955 yılında General Electric tarafından üretilen yapay elmas ile imal edilen zımpara taşlarıdır. Bu taşlar ile her cinsten kesici aletler bilenebilmekte ve honlama ve lepleme işlemlerinde kullanılmaktadır.

d) Borazon Zımpara taşları

Ham maddesi altıgen kristalli boron ve nitrogen bileşimi olan ve 1957 yılında bulunan borazon aşındırıcılar elmas sertliğinde olup, bu aşındırıcılar elması çizebilmekte ve 1940-2000 C ye kadar dayanabilmektedir.

e) Diğer yapay zımpara taşları

► Berilyum Oksit zımpara taşları: SiC'oranla daha sert ve kırılımandır. Rengi beyaz ve gridir. Genellikle sinterlenmiş metal oksitlerin ve seramik parçaların taşlanmasında kullanılır.

► Bor Karbit zımpara taşları: Bu zımpara taşları kok ile bor oksitin 2600 C de ergitilmesi ile elde edilir. Sert metallerin ve çeliklerin taşlanmasında kullanılır.

3.4. Birleştirme Elemanları

Elde edilen zımpara taşları bir arada tutabilmek için bağlayıcı birleştirme elemanlarına ihtiyaç vardır. Birleştirme elemanları genellikle iki gruba ayrılmaktadır.

1-İnorganik birleştirme elemanları

2-Organik birleştirme elemanları

3.4.1. İnorganik Birleştirme Elemanları

► Seramik birleştirme araçları (V): Temel maddesi feldspat ve killer adlı maddelerdir. Özel fırınlarda nemlendirme, kurutma, pişirme ve soğutma işlemlerinden geçirilen bu birleştirme aracı en iyi birleştirme aracıdır. Bu bakımdan yaygın olarak kullanılır. Bu birleştirmenin faydaları şunlardır:

- Zımpara taşlarını sağlam ve gözenekli yapar.
- Bu birleştirme aracı ile her çeşit tane büyüklüğünde zımpara taşı yapılabilir.

- Kuru ve ıslak taşlama işlemine elverişlidir.
- Seramik birleştirmeli büyük çaplı zımpara taşları yan yüzeyleri hariç güvenle kullanılabilir.

- Seramik birleştirme taşlar depolarda uzun müddet özelliğini kaybetmeden bekletilebilir.

► Silikat birleştirme aracı (S-Si): Temel maddesi soda silikattır. Aşındırıcı taneler soda silikatu ile karıştırılır ve sonra yüksek basınçta preslenir. Aşırı sıcaklığa dayanıklı olmayıp, ıslak çalışma şartlarında elverişlidir. Bu birleştirmeli taşlarda taneler çabuk ufalandığından profil, vida vb parçaların taşlanması kullanılmazlar.

► Oksi-Klorit (Magnezit) birleştirme aracı (O-Mg): Temel maddesi magnezyum oksit ve magnezyum klorittir. Bu birleştirme araçlı taşlar nem ve rutubetten korunmalıdır. Ayrıca ıslak çalışma şartlarından kaçınılmalıdır. Soğutmanın gerekmesi halinde ise basınçlı hava kullanılmalıdır.

3.4.2. Organik Birleştirme Araçları

► Bakalit birleştirme aracı (B-Ba): Oldukça yeni olan bu birleştirme aracının temel maddesi suni reçinedir. Bu birleştirme aracı ile oluşturulan taşlama taşları, seramik birleştirmeli taşların kullanıldığı her yerde kullanılabilir. Ayrıca bakalit birleştirmeli zımpara taşları daha yüksek çevresel hızlarda çalışabilmektedir.

► Kauçuk birleştirme aracı (R): İçerisindeki kauçuğun sertliği içindeki kükürt miktarına bağlı olarak sertlik değeri artar ve azalır. Bu birleştirme elemanı ile birleştirilen zımpara taşları 70-100 °C arasında gevşemeye başlar ve 160 °C civarında özelliklerini kaybettiklerinden kuru ortamda çalıştırılmazlar.

Kauçuk birleştirmeli zımpara taşlarının çevresel hızı yüksek ve esneme kabiliyeti fazla olduğundan kesme taşları olarak kullanılmakta ve küresel ve silindirik bilyeler gibi yüksek kalite ve bitirme tamlığı istenen parçaların ıslak olarak taşlanması kullanılmaktadır.

► Şellak birleştirme aracı: Şellak birleştirme aracının temel maddesi doğal reçine teşkil etmekte olup özellik yönünden kauçuk birleştirme aracına benzemektedir. Şellak birleştirme araçlı zımpara taşları ile sertleştirilmiş çelikler ve vidalar taşlanmakta ve ayrıca kesici aletlerle ince dişli testerelerin bilenmesi yapılmaktadır.

3.5. Zımpara Taşlarının Tanımlanması

Zımpara taşları belli oranlarda renk özellikleri bakımından standartlaştırılmış olup bununla ilgili standartlar tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Zımpara taşlarının renkleri (TS 291, DIN 69100)

Taşların Cinsi	DIN 69100	TS 291	Renkler
Doğal korund	KO	A	Sarı
Saf korund	EK		Beyaz ve Gülpembe
Yarı saf korund	HK		Sarı-kahverengi
Normal korund	NK		Gri ve kahverengi
Siyah korund	KS		Siyah, koyu kahverengi
Silisyum karbit	SiC	C	Açık yeşil, Siyah
Silisyum karbit	SiCg		Yeşil
Bor karbit	B4C		Siyah ve gri
Borazon	CBN		Mor
Berilyum oksit	BeO		Beyaz ve Gri
Elmas	SD		Sarı, mavi, yeşil, siyah
Zırhlandırılmış Elmas	ASD		Sarı, mavi, yeşil, siyah

Zımpara taşlarını oluşturan değişik ölçü ve biçimdeki aşındırıcı tanelerden her birine tane ve bu tanelerin boyutlarını belirleyen değerlere de ölçü denir. Taneler özel değirmenlerde öğütülerek standart ölçüleri belirten eleklerden geçirilen taneler sınıflandırılır. Bu sınıflandırma 1”(inç) uzunluğundaki kare delik sayısı belli eleklerle yapılır. 1”(inç) uzunluğundaki delik sayılarına göre standart tane büyüklükleri tablo 3.2’de gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Standart tane büyüklükleri (TS 291, DIN 69100)

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

Zımpara taşlarını oluşturan tanelerin taş üzerinden sökülebilmeye özelliğine veya taneleri birleştiren birleştirme aracının taneleri bırakıp bırakmama özelliğine göre tanelerin birbirlerine olan bağlantı kuvvetine sertlik denir. 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 ve aksine aşındırıcı taneler yuvasını kolayca terk etmiyor veya birleştirme aracı aşındırıcı taneyi kolayca bırakmıyorsa buna da sert zımpara taşı denir.

Buna bağlı olarak birleştirme aracı sert olan zımpara taşları ile genellikle yumuşak malzemeler taşlanır ve eğer sert malzemeler taşlanırsa aşındırıcı malzemeler kolayca körlenir. Diğer yönden birleştirme aracı yumuşak olan zımpara taşları ile genellikle sert malzemeler taşlanır. Burada çabuk körlenmiş tanecikler yerlerini kolayca terk ettiklerinden yerlerine keskin aşındırıcılara bırakılırlar. Şayet sert zımpara taşları ile sert malzemeler taşlanırsa taş çabuk körlenecek ve keskinliğini kaybedecektir. Yumuşak zımpara taşı ile de yumuşak malzeme taşlanıyorsa zımpara taşı kesme yüzeyi çabucak dolacak ve taş kesme özelliğini kaybedecektir.

Sert veya gevrek malzemelerin taşlanması esnasında, şiddetli sürtünme aşınmasından dolayı taş taneleri çabuk körelir. Sadece yumuşak bir taş, rölatif (bağlı) olarak küçük tane yüklenmesi halinde kendi kendine bilenmesini temin edebilir. Çok yumuşak bir taş fazla aşınacağından ekonomik olmaz.

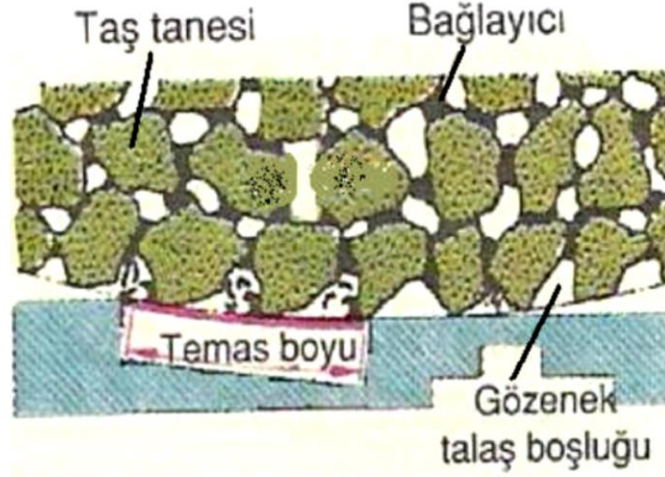
Yumuşak malzemelerde sürtünme aşınması daha azdır; fakat taneyi etkileyen kuvvetler daha yüksektir. Tane, parçalara ayrılmaya ve kopmaya eğilim gösterir. Taşın aşınmasını makul sınırlarda tutmak için bu malzemelerde sık dokulu sert taşların kullanılması gerekir. Bununla beraber çok sert bir taş, taneyi çok uzun süreyle tutar ve dolayısıyla parlattır. Aynı zamanda taşlama basıncı ve temas bölgesindeki sıcaklık artar.

Zımpara taşlarının yumuşaklığı ve sertliği alfabetik sıraya göre belirlenmiştir. Alfabetik sıraya göre “A” en yumuşak zımpara taşını, “Z” ise en sert zımpara taşını belirtmektedir. Sertlik tablosu tablo 3.3’te gösterilmektedir.

Tablo 3.3. Taş sertlikleri (TS 291, DIN 69100)

Ekstra yumuşak	Çok yumuşak	Yumuşak	Orta	Sert	Çok sert	Ekstra 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

Zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı tanelerin birbirlerine olan uzaklık ve yakınlıklarına taşın dokusu denir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Taşın dokusu

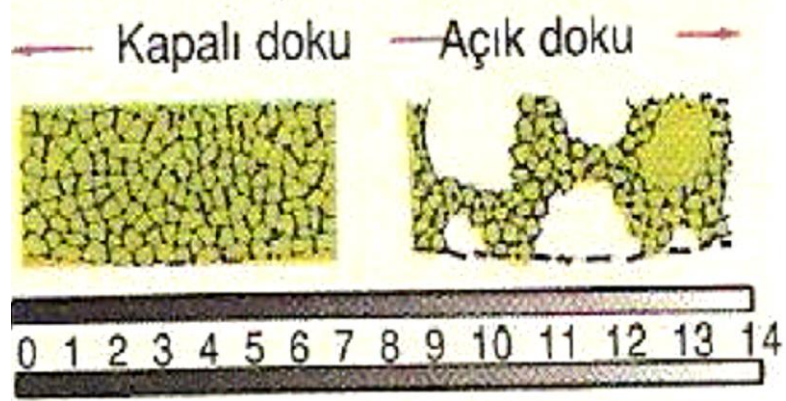
Talaş boşluğunun (gözeneginin) en az taşlama tanesi tarafından, temas bölgesinde kaldırılan talaş miktarını kısa sürede içerisinde tutabilecek büyüklükte olması gerekir. Gözenekler çok küçük ise talaşlar, talaş boşluğunun içinde sıkışır. Savurma hareketi ve soğutma sıvısı artık talaşları dışarıya atamaz. Yüzey yanık ve pürüzlü olur. Temas boyları ve ilerleme hızı ne kadar büyük olursa doku o kadar açık (seyrek) olur.

Taneler arası uzaklıklar çok fazla ise taşın dokusu çok seyrek, bunun aksi ise taşın dokusu çok sık denilmektedir. Bununla ilgili değerler tablo 3.4'te gösterilmektedir.

Tablo 3.4. Taşların standart dokuları

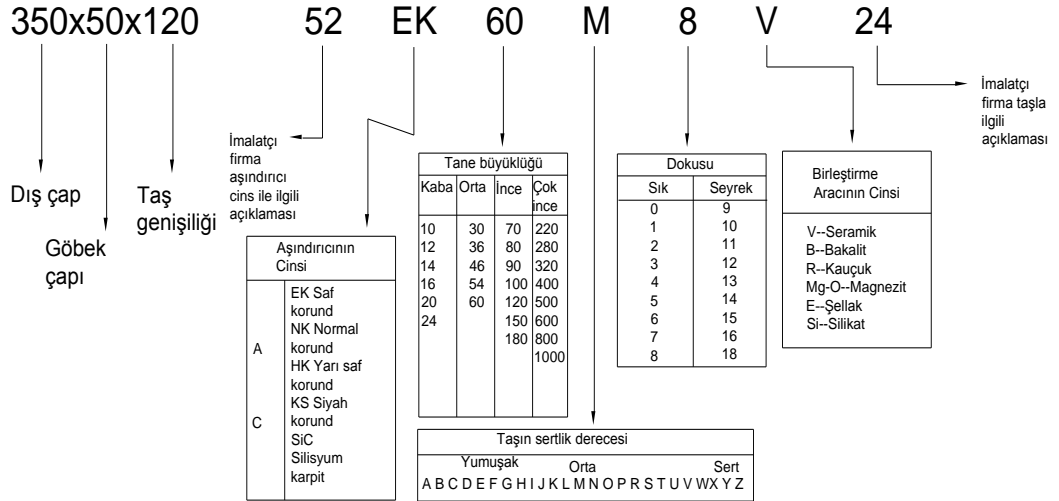
Dokular				
Çok sık	Sık	Orta	Seyrek	Çok seyrek
0,1,2	3,4,5	6,7,8	9,10,11,12	13,14,16

Doku sıklık yapısı ile görsel ilişki ve bunların rakamsal karşılıkları şekil 3.16'da gösterilmektedir.



Şekil 3.16. Taş dokusunun şekil ve sayı karşılık gösterimi

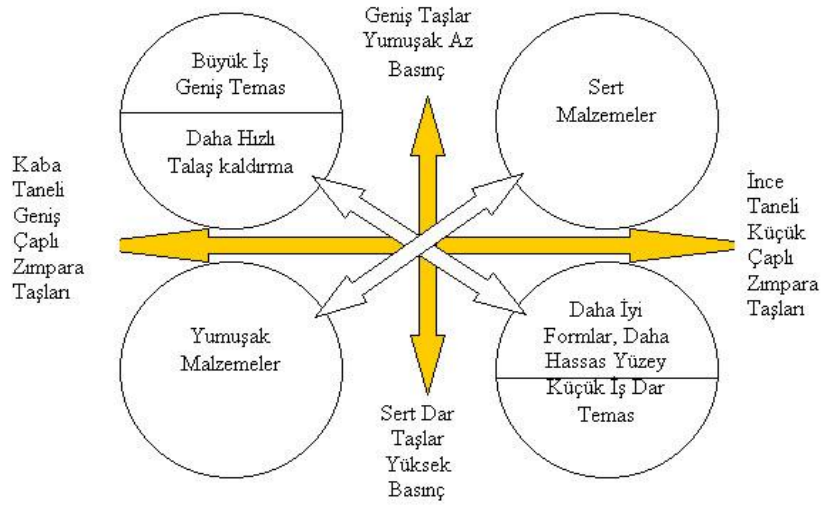
Taşlama taşları sipariş verilirken şekil 3.17'deki etiketlendirme baz alınarak tanımlanır. Bu tanımlar şekil üzerinde daha detaylı gösterilmektedir.



Şekil 3.17. Taş etiket bilgileri

3.6. Tane Büyüklüğü ve Sertlik Seçimi

Parçaların taşlanmasıyla sertlik, taş dokusu, yüzey düzgünlüğü ve talaş kaldırma miktarı ile ilgili korelasyon şekil 3.18'de görülmektedir.



Şekil 3.18. İşleme parametreleri arasındaki korelasyon

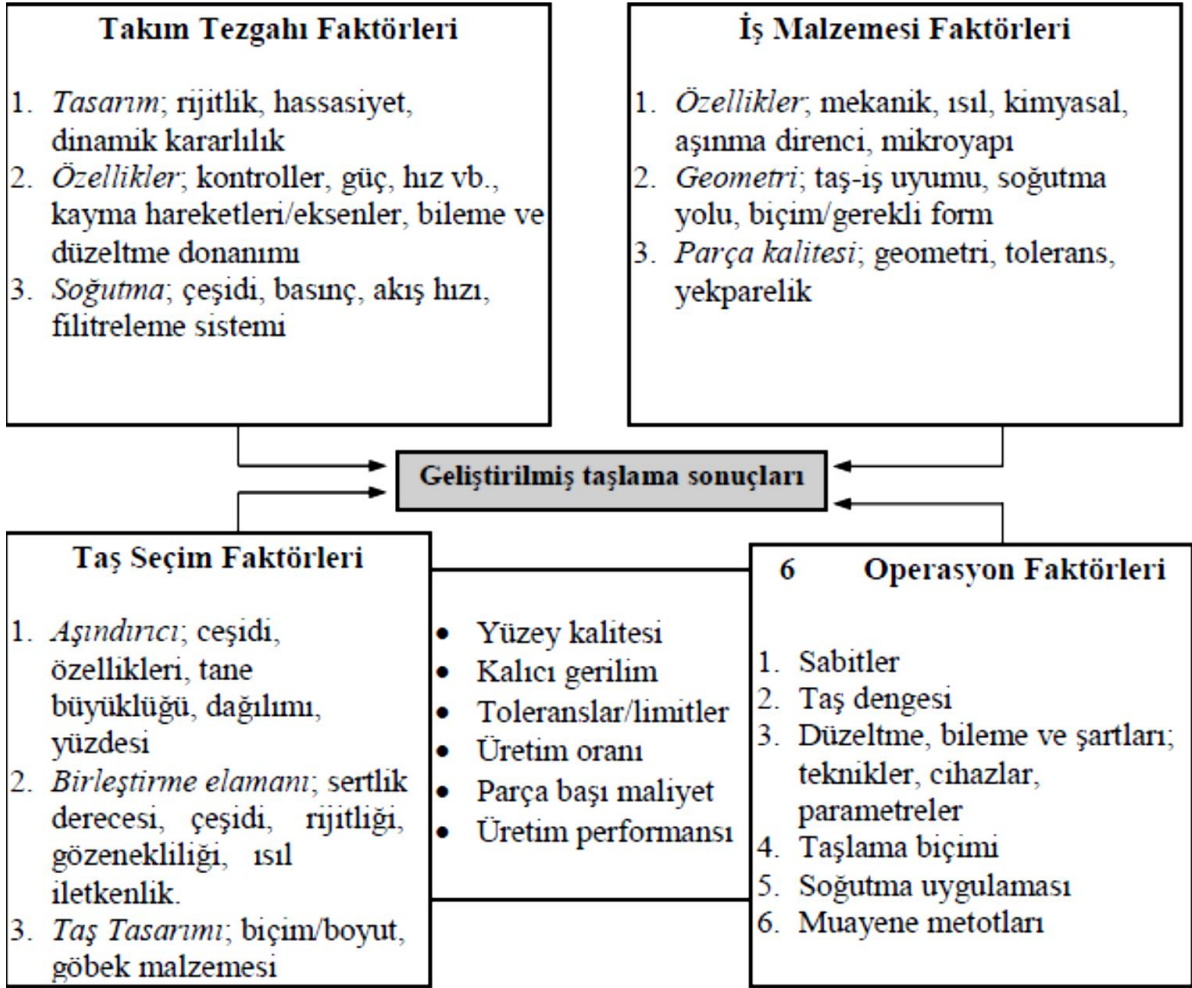
Bu şekil, taşlanacak malzemenin özellikleri ile iş şartlarının, zımpara taşı seçimine nasıl etki ettiğini göstermektedir. Keza şekil; zımpara taşı sertliğinin işin gerektiği alanda olup olmadığını çabucak tespit etmektedir.

Örnek olarak, yumuşak bir malzemeye göre daha sert bir malzemenin taşlanması için seçilen taş, daha ince taneli ve daha sert olmalıdır. Daha hassas yüzey elde etme için daha ince taneli ve daha sert taş olmalıdır. Daha fazla talaş kaldırmak için ise daha kaba taneli ve daha yumuşak taş seçilmelidir. Değişen iş şartlarında veya yeni bir iş için taş seçiminizi yapınız. Sonra iki iş arasında önemli farkı gösteren yönlerdeki sertliği değiştiriniz.

Örnek olarak, dar taştan geniş taşa daha az birim basınç nedeniyle daha yumuşak taş istenecektir. Daha küçük çaplı taşlar, daha az temas alanı nedeniyle, geniş taşlara nazaran daha ince olmalıdır. Aynı şekilde geniş teması olan taşlar da dar taşlara göre daha iri taneli ve daha yumuşak seçilmelidir.

Yukarıda bahsi geçen tüm faktörler göz önüne alındığında taşlama işlemlerinin sonuçlarına etki eden tüm faktörlerin gruplandırılarak gösterimi tablo 3.5'te gösterilmektedir.

Tablo 3.5. Taşlama sonuçlarını etkileyen faktörlerin gruplandırılması [56].

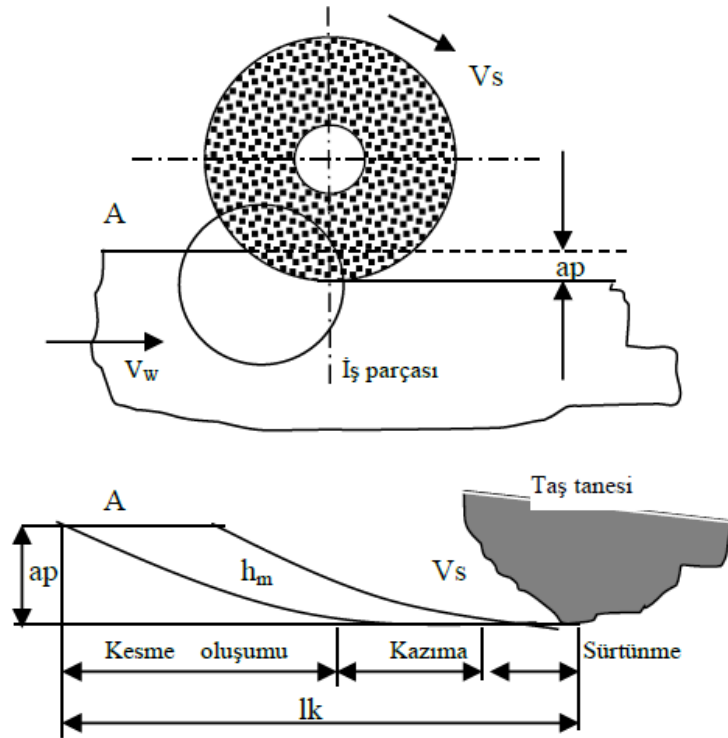


3.7. Aşındırıcıların Mekanik Özellikleri

Aşındırıcı malzemelerin mekanik özellikleri olarak sertliği, tokluğu aşınmaya (yenmeye) karşı mukavemeti ve kırılabilirliği sayılabilir. Sertlik, bir malzemenin başka bir malzemeye nüfuz etme özelliğidir. Aşındırıcı ile işlenecek malzeme arasında sertlik farkı ne kadar büyükse aşındırıcı o kadar etkilidir. Tokluk, malzemenin darbelere karşı mukavemetidir. Aşınma, talaş kaldırma sırasında aşındırıcı taneciğın keskin uçlarının körelmesine neden olan, çok ince toz şeklinde parçacıkların ayrılmasıdır. Yenme özelliğine karşın kırılma, kristal yapının parçalanmasıdır.

Taşlama işlemi incelendiğinde talaş oluşumu ve talaş-takım-parça arayüzünde şekil 3.19'daki yapı gözlemlenmektedir.

Taşlamayla talaş kaldırma işlemi, kesici dişlerin yerine çok sayıda aşındırıcı taneciklerin bulunduğu, frezeleme işlemine benzetilebilir (şekil 3.19). Bir aşındırıcının kaldıracığı talaş kalınlığı, freze çakısı dişlerinde olduğu gibi sıfırdan maksimum talaş değerine kadar değişmektedir. Bu şekilde kaldırılan talaşın boyutu her aşındırıcı tane için birkaç mikron civarında olmaktadır. Ancak aynı anda çok sayıda aşındırıcının talaş kaldırdığı düşünülürse talaş hacmi oldukça artmaktadır. Taşlamayı etkileyen önemli bir faktör de aşındırıcıların aşınması ve taştan koparak ayrılmasıdır. Talaşlı üretimin temel elamanı olan makine, kesici takım ve işlenecek malzeme üzerinde yıllardır devam eden araştırmalar, talaş kaldırma esnasında meydana gelen kesme kuvvetlerinin ve etkilerinin analizi ve doğru olarak ölçülmesini de gerekli hale getirmiştir. Taşlamacılıkta bu amaçla birçok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, taşlama işlemi esnasında, taşlanan malzemede oluşan problemler tamamıyla çözülememiştir.

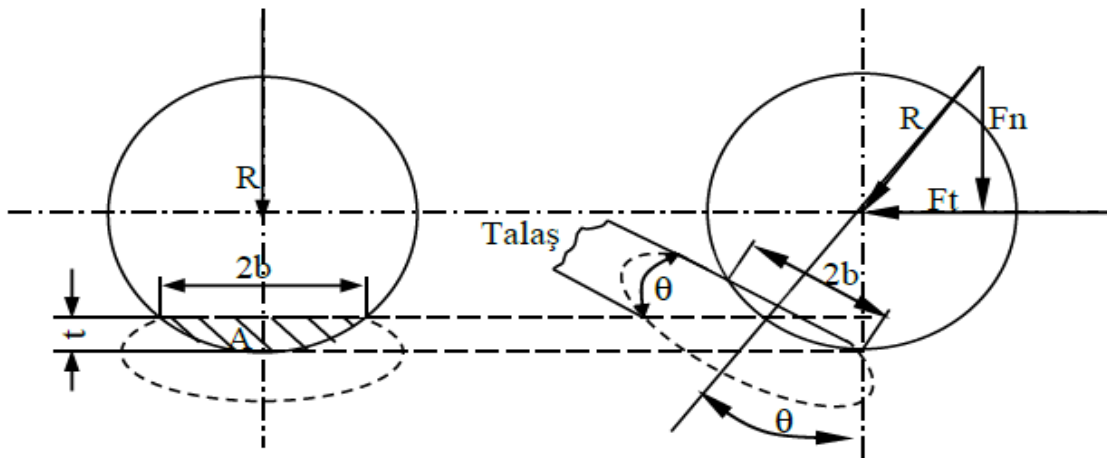


Şekil 3.19. Taşlamada talaş oluşumunun üç aşaması [30,57].

Taşlamanın oluşumu; sürtünme, kazıma ve kesme olmak üzere üç ardışık kısma ayrılabilir. Zıt yönlü (Up-cut) 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 dayanamadığı zaman talaş oluşmaktadır. Talaş oluşumu, kesme aşamasıdır. Enerjinin en etkili kullanıldığı aşama, talaş kaldırma aşamasıdır. Sürtünme ve kazıma kullanılan enerjinin verimini düşürmektedir. Çünkü enerjinin bir kısmı deformasyon ve sürtünmeyle harcanmakta, talaş kaldırmak için ise, bu aşamalarda kullanılan enerji açığa çıkarıldıktan sonrası kalmaktadır. Bunun da ötesinde, iş parçası yüzeyinde büyük sıcaklık oluşarak, yüksek oranda takım aşınması meydana gelmekte ve iş parçasının yüzeyinden belirli bir derinlikte metalürjik hasarlar oluşmaktadır [30, 58].

Aşındırıcı taş taneleri; düzensiz şekilli bir kesici takım kabul edilmektedir. Bununla birlikte Shaw'ın taş yüzeyindeki bir taneyi küre olarak modellediği rapor edilmiştir [59]. Tanenin büyük negatif kesme açılarında sahip olduğu düşünüldüğünde bu modelleme doğru kabul edilebilir. Taneye uygulanan normal kuvvetin Brinell sertlik testlerindeki kuvvete benzer olduğu farz edilmektedir. Deformasyon işlemi bir elastik-plastik değer ile sınırlandırılmıştır. Küre yatay olarak hareket ettikçe, iş parçası yüzeyi altında deformasyona uğramış bölge yüzeye açılı hale gelmektedir. İş parçası malzemesi yukarı doğru sıkıştırılmakta deformasyonun devamında yüzeyden ayrılacak bir talaş oluşmaktadır. Model, Şekil 3.20'de gösterilmiştir. Burada kesme derinliği, t ile bir kürenin yatay hareketi aynı derinlikte, yüzeye batan bir küreye eşit kabul edilmektedir.



Şekil 3.20. Talaş oluşum modeli

Küre (taş tanesi) ve iş parçası yüzeyi arasında sürtünme olmadığı zaman, iş parçasına batmak için gerekli olan kuvvetin büyüklüğü sabit ve yüklenme yönünden bağımsızdır.

Taşlamada, kaldırılacak olan talaşın bir kısmı, taşın aktif yüzeyinde bulunan ilk tane tarafından, diğer kısım, takip eden taş taneleri tarafından kaldırılmaktadır.

Toplam taşlama kuvveti; taşlama bölgesinde her bir taneye gelen kuvvetleri toplayarak elde edilmektedir. Taştaki tanelerin rastgele dağılımından dolayı, taşlama bölgesinde tanelerin sayısını ve pozisyonunu bilmek zor olmaktadır. Bu zorluğu aşmak için, taşlama işleminde tüketilen enerji ile taşlama kuvveti için bir eşitlik elde edilmiştir.

Bu ifadeden yararlanılarak yapılan simülasyon sonuçları önceki deneylerle uyumlu çıkmıştır. Sonuçlar, daha önceki kabullerin doğruluğuna bir delil olmamasına rağmen, yapılan kabullerin, incelemenin devam ettiği yere kadar gerçeklerle tutarlı olduğunu açıklamaktadır [60-62].

Taşlama kuvvetleri sadece talaş kaldırma mekanizmasını, taş aşınmasını ve sıcaklık dağılımını etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda taşlama işleminin etkinliğini ve verimliliğini de etkilemektedir. Bu yüzden, taşlama kuvveti işleme kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Son yıllarda önemli sayıda taşlama kuvvet modeli geliştirmek için çalışmalar yapılmıştır. Taşlama kuvvetinin üç ayrı (sürtünme, kazıma ve kesme) işlemi üzerindeki etkisini anlamak için tek bir taş tanesinin üzerine gelen taşlama kuvvetlerine dayalı bir model geliştirmiştir. Taşlamanın üç aşamasına göre toplam, normal ve teğet kuvvet elamanlarını ifade etmişlerdir [63].

Diğer kuvvet modelleri aşağıdaki iki modele dayanmaktadır.

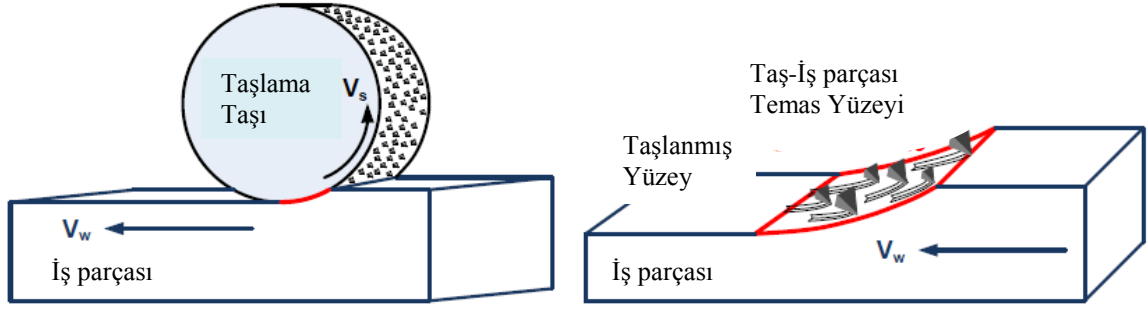
1. *Model:* Taş yüzeyindeki aktif tanelerin rastgele dağılımını dikkate alır ve taş yüzeyinin belirli bir alanı için taşlama işlemi yapan tanelerin sayısını verir.

2. *Model:* Taşlama işleminin kinematiğine bağlıdır ve taş-iş temas alanındaki talaşın kesitinin dağılım ve büyüklüğünü fonksiyonel olarak ifade etmektedir.

Ciddi olarak bir çok kuvvet modeli oluşturulmasına rağmen, bu modeller genellikle bazı kabullere dayanmaktadır ve bu kabuller gerçeklerle çelişebilmektedir. Bunun ötesinde, bu modelleri uygulamak, çok karmaşık olmasının yanında teorik modelde kullanılan her bir tane için temas alanı, temas basıncı gibi değerleri gerçek taşlama işleminde bulmak da çok zor olmaktadır. Gerçekte, belirlenmiş konfigürasyonlarda

deneysel olarak elde edilen katsayıların güvenilirliği, şartların değişmesi durumunda azalabilir [63].

Taşılama işleminde talaş oluşumu ve enerji yaklaşımı yaklaşık 20 yıl önce S.Malkin tarafından geliştirilmiştir ve bu yapı şekil 3.21’de verilmiştir.



Şekil 3.21. Taşlama işleminde talaş oluşumu ve takım parça arayüzü [76]

3.8. Yüzey Pürüzlülüğü

Talaşlı imalat proseslerinde iş parçalarının işlenmesi sırasında fiziksel, kimyasal, mekanik ve ısı faktörleri nedeni ile işlenen yüzeylerde işlemeden kaynaklı yüzey çizgileri oluşmaktadır. Nominal yüzey çizgisinin altında ve üstünde oluşan bu düzensiz sapmaların olduğu bu duruma yüzey pürüzlülüğü denir.

Talaşlı imalattaki aynı cins malzemelerin farklı metotlarla aynı yüzey pürüzlülük değerinde işlendiği, bazen bunların korozyon, sürtünme, aşınma ve yorulma dayanımı olarak farklı davranışlar gösterdikleri bilinmektedir. Değişik parçaların bir araya gelmesiyle oluşan ürün kalitesini ve endüstriyel makinelerin performansını arttırmak, yeterli seviyede hassas işlenmiş yüzeyleri gerektirmektedir. Yüzeylerin pürüzlülüğünden başka yüzeydeki işleme izlerinin yönü ve dağılımları da malzemenin performansını önemli derecede etkilemektedir [64].

Talaşlı imalatın tüm aşamalarında, kesici takımlardaki hatalar, titreşimler, kesici kenarındaki malzeme sıvanması gibi faktörlerin olumsuz etkisi en aza indirilerek kullanılan kesici türüne, geometrisine ve ilerlemeye bağlı olarak en iyi bitirme değeri elde edilmesi amaçlanmaktadır.

3.8.1. Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler

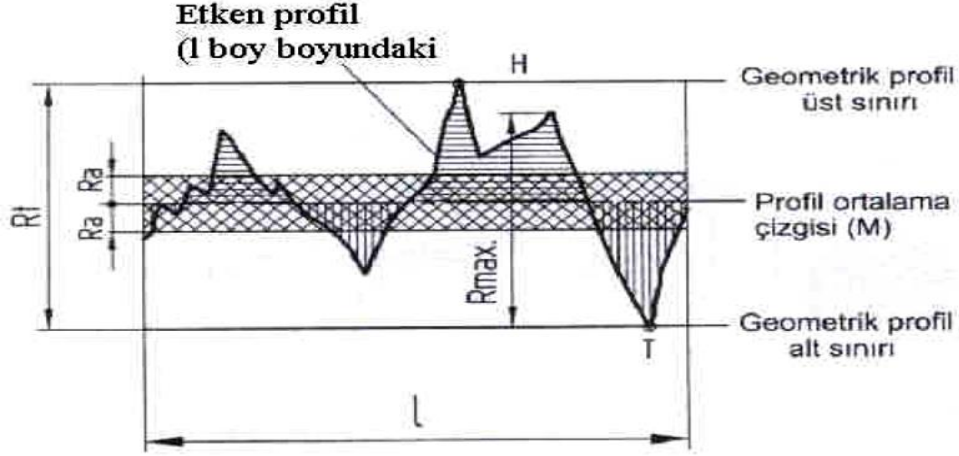
Talaşlı imalat operasyonlarında yüzey pürüzlülüğüne etki eden çok sayıda faktör bulunmaktadır. Her faktör kendi içindeki işleme şekline bağlı olarak ta farklılık göstermektedir. Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler ise şu şekilde sıralanabilir:

- İşlenen malzemede bağlamadan dolayı oluşan deformasyon,
- İlerleme mekanizmasındaki düzensizlikler,
- İşlenen malzemedeki yapı bozuklukları,
- Kırılgan malzemelerin işlenmesi sırasında düzensiz talaş akışı,
- Kolay şekillendirilebilir malzemeler düşük kesme hızlarında işlendiği zaman, işlenen malzeme yüzeyindeki yırtılmalar,
- Talaş akışının sebep olduğu bozukluk,
- Kesme hızında meydana gelen düzensizlikler,
- İlerleme hızında meydana gelen düzensizlikler,
- Kesme esnasındaki kesme derinliği,
- Kesici takımın soğutulma ve yağlanma koşulları,
- İşlenen malzemenin kimyasal bileşimi ve metalürjik (atomik) yapısı,
- Kesicinin tasarımı, geometrisi ve kesme kapasitesi,
- Takım tezgâhının tipi, rijitliği ve çalışma şartları,
- Kalıp ve bağlama aparatları,
- İşlenen malzemedeki talaş kaldırma şekli,
- Yatak ve takımlarda oluşacak geometrik bozukluklar, vb [65].

3.8.2. Yüzey Pürüzlülüğünün Tanımlanma Parametreleri

Yüzey kalitesinin sayısal değerlerinin belirlenebileceği “ortalama çizgi” (M) ve “zarf sistemi” olarak adlandırılan iki yöntem kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerin büyük

bir çoğunluğu M yöntemini benimsemekte, bu ülkelerin bir kısmı ortalama pürüzlülüğü (R_a) bir kısmı da en büyük pürüzlülüğü (R_{max}), yüzey pürüzlülük ölçme kriteri olarak kullanmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, pürüzlülük değerine bağlı olarak değişen ve “değerlendirme uzunluğu” olarak tanımlanan (Şekil 3.22) standart bir aralıkta ölçülmektedir [66].



- R_t : Pürüzlülük Yüksekliği (μm)
- R_a : Aritmetik ortalama pürüzlülük değeri (μm)
- R_{max} : En büyük pürüzlülük değeri (μm)
- R_z : Ortalama pürüzlülük yüksekliği (1 boyundaki 5 bölgenin ortalaması) (μm)
- L : Örnek uzunluk (mm)

Şekil 3.22. Temel yüzey birim profili [65].

Yüzey pürüzlülüğü düzensiz dalga boyu uzunlukları olarak dağılmışsa, yüzey aşırı yüklenmiş demektir. Bu tür bir oluşum dalgalanma olarak adlandırılır. Dalgalanma, yüzeyin taşlanması esnasında, taşlama taşının eksik kısımlarından, işlemeyi yapan takımın bağlantı karterinin titreşiminden ve ısı işlemlerden meydana gelebilir.

3.8.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Aleti

Yoklayıcı uçla yüzey pürüzlülüğü ölçen aletler yüzey pürüzlülüğünü, uygun görülen uzunluk ve çevrelerde ölçer veya kontrol eder. Bu aletlerde yoklayıcı uç, yüzey üzerinde gezdirilirken girinti ve çıkıntılara girip çıkmaktadır. Bu hareket, manyetik bir bobin veya kristalde, elektrik akımına dönüştürülür. Bu elektrik akımı da ilgili ünitelerde

büyütülerek bir ibre yardımıyla veya dijital olarak görünür, istenirse yazıcı bir uçla grafik olarak kâğıt şeritlere çizilebilir. Bu cihazın kol olarak belirtilmiş parçasının ucundaki kafaya bağlı kızak, belirli yönlerde hareketi sırasında hem kola desteklik yapar hem de yoklayıcı ucu korur. Yoklayıcı uç hareketi, profilin ölçme geometrisinin perspektif görünüşünde daha iyi görünmektedir.

Takım ve parça arasındaki titreşimler sebebiyle gerçek pürüzlülük değeri, denklemlerle elde edilenlerden daha küçüktür. Uygulamalarda farklılıkları önlemek için geliştirilen yüzey kalite standartları tablo 3.6’da gösterilmektedir [65].

Tablo 3.6. Yüzey kalite Standartları (ISO 1302, TS 2040)

Ra Pürüzlülük değeri	[μ in] (mikro inç)	Pürüzlülük sınıf numarası
50	2000	N12
25	1000	N11
12,5	500	N10
6,3	250	N9
3,2	125	N8
1,6	63	N7
0,8	32	N6
0,4	16	N5
0,2	8	N4
0,1	4	N3
0,05	2	N2
0,025	1	N1

3.8.4. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri

Günümüz endüstrisinde kullanılan yüzey pürüzlülük ölçme yöntemleri cihazların veya yöntemlerin farkı bakımından üç farklı kategoride sınıflandırılır. Bunlar, ölçme cihazının malzeme üzerindeki etkisi dikkate alındığında tahribatlı yöntem, tahribatsız yöntem olarak iki ayrı sınıfta diğer kategoride ise okuyucu ucun iş parçasına temas edip etmemesine bağlı olarak temaslı ve temassız en son olarak ta ölçme hassasiyeti yönünden sınıflandırılarak kaba, orta ve hassas ölçme kabiliyeti şeklinde ayrılırlar. Cihazların ve yöntemlerin sınıflandırılması bu üç yönüyle tablo 3.7’de gösterilmektedir[65].

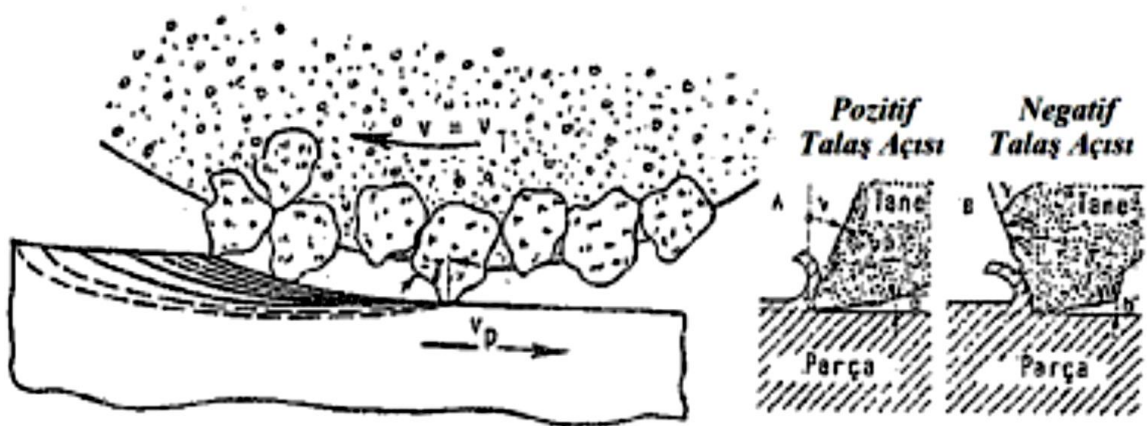
Tablo 3.7. Yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri

		Malzeme üzerine etki bakımından		Ucun iş ile teması bakımından		Ölçme hassasiyeti bakımından		
		Tahribath	Tahribatsız	Temaslı	Temassız	Kaba	Orta	Hassas
1	Dokunma Yöntemi		♦					
2	Mekanik Çalışma Yöntemi	♦		♦		♦		
3	Hidrolik Yöntem		♦					
4	Pnömatik Yöntem		♦		♦			♦
5	Yüzey Dinamometresi	♦		♦		♦		
6	Kapasitans Yöntemi		♦		♦		♦	
7	X Işını Yöntemi		♦		♦			♦
8	Elektron Mikroskobu Yöntemi		♦		♦			♦
9	Optik Mikroskop Yöntemi		♦		♦	♦		
10	Kesit Alma Yöntemi	♦		♦		♦		
11	Karşılaştırma Mikroskobu Yöntemi		♦		♦	♦		
12	Optik Yansıtma Yöntemi		♦		♦			♦
13	Optik Parazit Aletleri Yöntemi		♦	♦			♦	
14	Işık Yansımaları (İnterferometri) Yöntemi		♦		♦			♦
15	Replika (Mask) Yöntemi		♦					
16	Standart Örnek Yüzeyler Yöntemi		♦		♦	♦		
17	Işık Bantlı Mikroskop Yöntemi		♦		♦			♦
18	Elektro-Fiber Optik Sistem Yöntemi		♦		♦			♦
19	İnterferans Mikroskop Yöntemi		♦		♦			♦
20	Kisilev Profilometresi Yöntemi		♦	♦				♦
21	Yaylı Tip Profilometreler Yöntemi		♦	♦				♦
22	Elektrikle Çalışan Profilometreler Yöntemi		♦	♦				♦
23	Levin Profilografi Yöntemi		♦		♦		♦	
24	Linnik İkili Mikroskobu Yöntemi		♦		♦			
25	Hava Mastarı Yöntemi		♦		♦	♦		
26	Fotoğraf Yöntemi		♦		♦		♦	
27	Görsel Komperatörler Yöntemi		♦		♦	♦		
28	Çok Sayıda yüksekliğin Mastarla Okunması Yöntemi		♦					
29	Kaydedici İndikatör Yöntemi		♦	♦			♦	
30	İzleyici Uçlu (Stylus) Cihazlar Yöntemi		♦	♦				♦

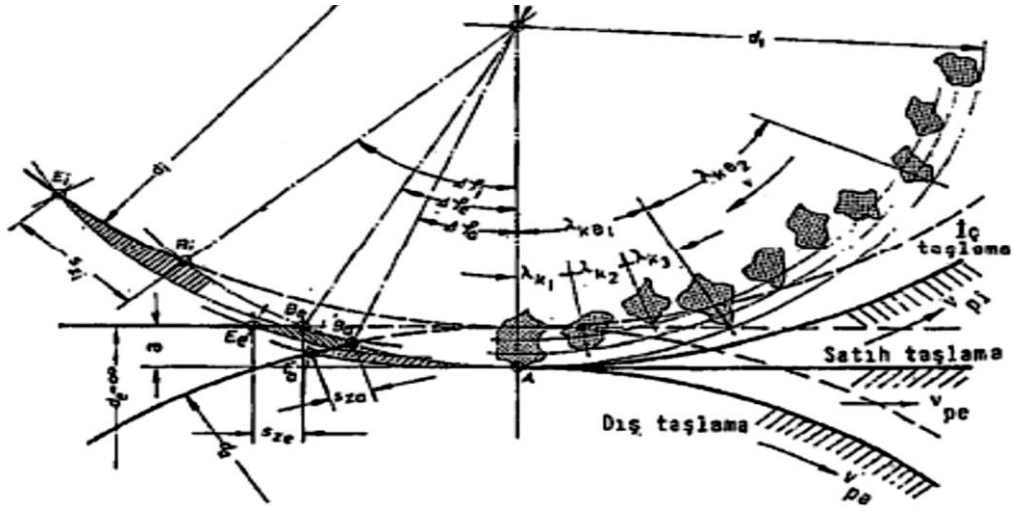
4. KESME TEORİSİ

Son yıllarda temel maddesini aşındırıcı tanelerin oluşturduğu zımpara taşlarıyla metal ve metal olmayan malzemelerin yüzeylerinden başarılı bir talaş kaldırma işlemi yapılmaktadır. Kesme etkisi yüksek olan zımpara taşlarını kullanarak metal yüzeylerinden talaş kaldırmak, teoride kalmamış ve gerçekten dünya endüstrisinde kabul edilmiş bir talaş kaldırma yöntemi haline gelmiştir. Çünkü zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı taneler, metal yüzeylerinden aşındırarak değil talaş kaldırarak bu işlemi yapmaktadır. Aşındırıcı tanelerle kaldırılan talaşlar incelendiğinde kesme açısı üzerinde sürtünme etkisi, talaş biçiminin matematiksel analizi ve benzeri işlemleri içeren bu yöntemde kaldırılan talaşların belli bir ölçü ve büyüklükte olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak torna, freze, planya, vargel ve benzeri tezgahlarda kullanılan kesici aletlerin kaldırdığı talaş gibi, düzlem yüzey taşlama şekli olan şekil 4.1’de ve silindirik taşlama görüldüğü gibi şekil 4.2’de zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı tanelerde aynı teoriye dayanarak talaş kaldırmaktadırlar. Çok eski yöntem olan tek ağızlı kesicilerle yapılan talaş kaldırma sistemi bu gün yerini sayılamayacak sayıda kesici ağızları bulunan zımpara taşlarına, dolayısı ile taşı oluşturan aşındırıcı tanelere bırakmaktadır. Tek ağızlı kesici aletler kısa zamanda körlendiği halde zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı tanelerin körlenmesi yerlerine yeni tanelerin kendi kendilerini yenilemesi ve yerlerine keskin aşındırıcıların gelmesi ile çok uzun bir zamana yayılmaktadır.



Şekil 4.1. Çoklu kesici aşındırıcı tanelere sahip taşın düzlem yüzey taşlamada talaş alma biçimi



Şekil 4.2. Çoklu kesici aşındırıcı tanelere sahip taşın düzlem silindirik taşlamada talaş alma biçimi

4.1. Zımpara Taşlarında Kesme Parametrelerinin Hesaplanması

Taşlama işleminde normal klasik kesme işlemlerinde olduğu gibi kesme hızı en önemli parametredir. Taşın aşınması, kullanılacak motor gücü, yüzey pürüzlülüğü, talaş kaldırma oranı, ilerleme miktarı gibi birçok parametre kesme hızından etkilenmektedir.

Taşlama işlemi yapacak bir zımpara taşının kesme yüzeyi üzerindeki bir noktanın bir saniyede metre cinsinden almış olduğu yola o zımpara taşının kesme hızı veya çevresel hızı denmektedir [67].

Taşlama işleminin nominal olarak uygulanabilmesi için kesme hızı değerlerinin muhakkak suretle uygun değerlerde olması gerekir. Genellikle taşlama tezgâhlarında 1 (bir) veya 2 (iki) kademeli devir sayılı dönme hareketleri ile taşın hızı sabit tutulur. Son yıllarda servo motor teknolojileri vb. motor gelişimlerine bağlı olarak tüm devirlere ayarlanabilir motorlar taşlama tezgâhlarında kullanılmaya başlanmıştır.

Taşlama taşı yarıçapı R olan bir taşın çevresindeki A noktasının bir devirde almış olduğu yol:

$$V = 2\pi R, \text{ mm} \quad (4.1)$$

olarak hesaplanır. Taşın üzerindeki A noktasının dakikadaki (n devirdeki) almış olduğu yol ise;

$$V = 2\pi R.n, \text{ mm/dak} \quad (4.2)$$

şeklinde yazılır. Taşın yarıçapı yerine çapı belirten D harfi formülde yerine konursa $2R=D$ olduğundan,

$$V = \pi Dn, \text{ mm/dak} \quad (4.3)$$

şeklinde yazılabilir. Genellikle zımpara taşlarındaki çevre hızları veya kesme hızlarının birimi m/sn olduğundan (3.3) teki formülde bulunan değer 1000'e bölünerek milimetre metreye, 60'a bölünerek ise dakika saniyeye çevrilir. Elde edilen yeni formül;

$$V = \frac{\pi.D.n}{1000.60}, \text{ m/sn} \quad (4.4)$$

olarak hesaplanır. (3.4) nolu formüle göre taşın dakikadaki devir sayısı ve çapı bulunabilir.

$$n = \frac{1000.60.V}{\pi.D}, \text{ dev/dak} \quad (4.5)$$

$$D = \frac{1000.60.V}{\pi.n}, \text{ mm} \quad (4.6)$$

Burada;

V : Zımpara taşının çevresel veya kesme hızı, m/sn

D : Zımpara taşının çapı, mm

N : Zımpara taşı milinin devir sayısı, dev/dak [67]

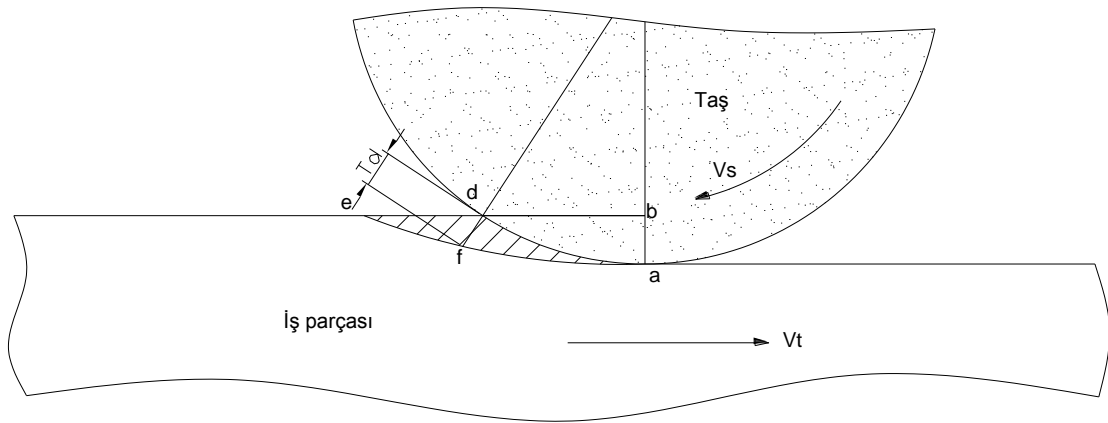
Zımpara taşlarının çevresel hızları ve ilerleme değerleri ile ilgili değerler tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. İşlenecek malzemenin cinsine göre taşın kesme hızı ve işin ilerleme hızı değerleri

	Taşın Çevre Hızı m/sn	İşin İlerleme Hızı m/sn	Talaş Derinliği	
			Kaba	İnce
Yumuşak Çelikler	20-30	0,16-0,3	0,02-0,03	0,005
Sert Çelikler	18-25	0,13-0,2	0,01	0,002
Gri Döküm	10-15	0,16-0,25	0,2-0,3	0,01-0,03
Hafif Metaller	10-20	0,16-0,32	0,2-0,4	0,02-0,05
Sert Metaller	3-5	0,05-0,08	0,01-0,005	0,001

Düzlem yüzey taşlamada taşlama taşı, ya alından ya da çevreden kesme yaparak talaş kaldırır. Buna karşılık iş parçası ya düzgün doğrusal hareket yaparak taş altından ilerler veya iş tablası kendi eksenini etrafında dönerek taş altında ilerleme yapar.

Yatay milli düzlem yüzey taşlama tezgâhında taş çevreden talaş kaldırmaktadır. (a) noktasındaki bir aşındırıcı tane (d) noktasına gelinceye kadar, iş üzerindeki (e) noktası da (d) noktasına gelir. Hız farkından dolayı (aed) arasındaki talaş kaldırılmış olur (şekil 4.3)



Şekil 4.3. Yatay milli düzlem yüzey taşlamada kesme teorisi [68].

Burada;

L : Temas yayı uzunluğu, m

t : Zaman birimi, sn

V_s : Taşın çevre hızı, m/sn

Rd : Radyal kesme derinliği, mm

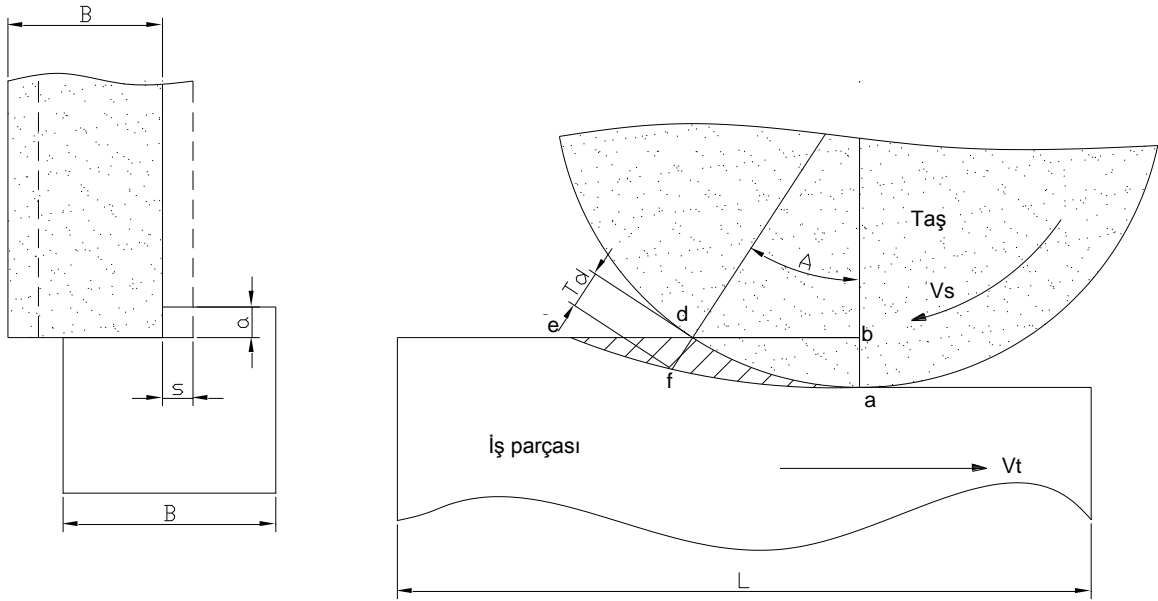
V_t : Tabla hızı, m/dak

Td : Tane kesme derinliği, mm

Yukarıdaki şekil incelendikten sonra çevreden kesme yapan düzlem yüzey taşlama tezgahındaki rayda kesme derinliği (Rd),

$$Rd = \frac{V_t}{60 \cdot V_s} \cdot \sin A, \quad \text{mm} \quad (4.7)$$

Taşlama tezgâhlarında gerçek kesme kuvveti ve tezgah gücünün hesabı, freze tezgahlarıyla talaş kaldırma yönteminden yararlanılarak taşlama tezgahlarında şekil 4.4 göz önüne alınarak kesme kuvveti ve tezgah gücü yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir [68].



Şekil 4.4. Yatay milli taşlama tezgahında taşlama konumu ve elemanları

- | | |
|---|---|
| V_t : Tabla hızı, m/dak | P : Teğetsel kuvvet, kg |
| V_s : Taşın çevre hızı, m/sn | F : Kesme kuvveti, kg/mm ² |
| D_s : Taş çapı, m | L : İş parçası boyu, mm |
| n : Taşın devir sayısı, dev/dak | N : Tezgah gücü, KW |
| a : Talaş derinliği, mm | B : İş parçası genişliği, mm |
| η : Tezgah verimi (%40-50) | s : Tabla enine ilerleme miktarı, mm |
| k_s : Taşlanan malzemenin özgül kesme direnci, kg/mm ² | |
| T_d : Tane kesme derinliği, mm | |

Buradan:

Kesme kuvveti;

$$F = \frac{a.s.V_t}{60.V_s}, \text{ kg/mm}^2 \quad (4.8)$$

$$P = F.k_s, \text{ kg} \quad (4.9)$$

olarak hesaplanır.

Tezgâh gücü;

$$N = \frac{D.P.\pi.n}{60.102.\eta} \text{ veya } N = \frac{P.V}{102.\eta} \text{ KW} \quad (4.10)$$

olarak hesaplanır.

Tüm bu süreçlere bağlı olarak taşın kesme işlemi süresince tane kesme derinliğinde belirlenen hususlar aşağıdaki şekildedir:

a) Artan iş çevre hızı, tane kesme derinliğini artırır ve taşı daha yumuşak görünümlü yapar.

b) Azalan iş çevre hızı, tane kesme derinliğini azaltır ve taşı daha sert görünümlü yapar.

c) Taş çevre hızının artması ile tane kesme derinliği azalır ve taş daha sert görünümlü olur.

d) Azalan taş çevre hızı, tane kesme derinliğini artırır ve taş daha yumuşak görünümlü olur.

e) Küçülen taş çapı, tane kesme derinliğini artırır ve taşı daha yumuşak görünümlü yapar.

f) Büyüyen taş çapı, tane kesme derinliğini azaltır ve taşı daha sert görünümlü yapar.

g) Eğer iş çapı küçülüyorsa, tane kesme derinliği artar ve taşı daha yumuşak görünümlü yapar.

h) Eğer iş çapı büyüyorsa, tane kesme derinliği azalır ve taşı daha sert görünümlü yapar.

ı) Bitirme taşlama işlemi yapılmadığı zaman fazla talaş kaldırmak için kaba taneli ve seyrek dokulu zımpara taşı kullanılmalıdır.

i) Bitirme taşlama işlemi yapılacağı zaman ince taneli zımpara taşı kullanılmalıdır.

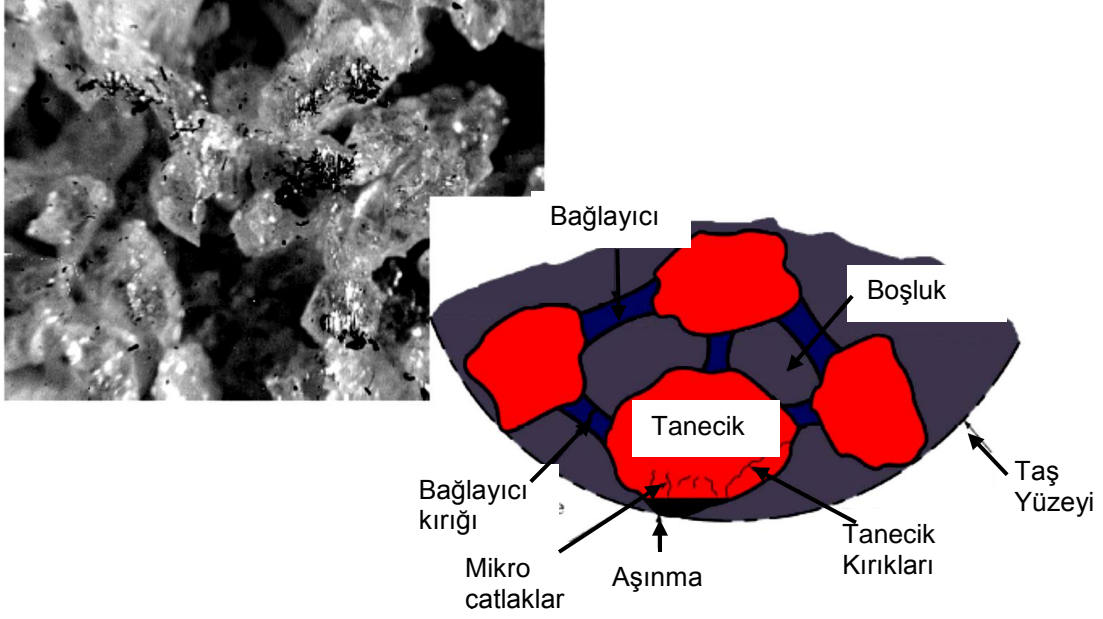
j) Yumuşak malzeme taşlanıyorsa, kaba taneli sert zımpara taşı kullanılmalıdır.

k) Sert malzeme taşlanıyorsa, ince taneli yumuşak zımpara taşı kullanılmalıdır

[68].

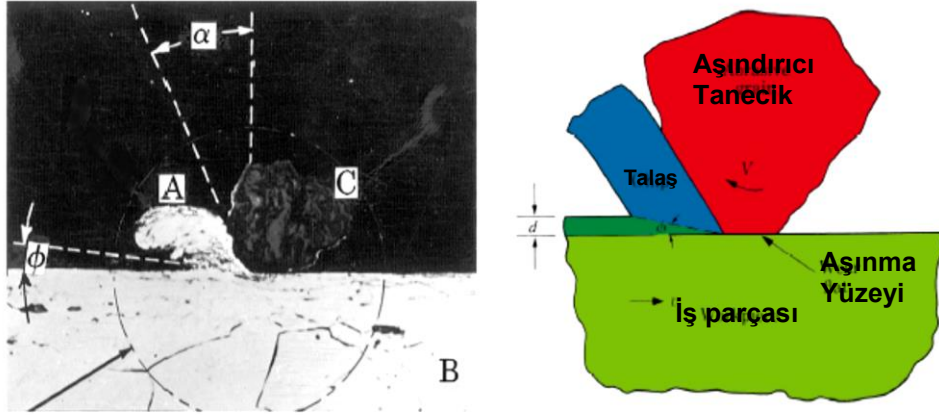
4.2. Taşlama İşleminde Talaş Oluşumu İle İlgili Modeller

Taşlama işleminde taş yapısı incelendiğinde bağlayıcı elemanlar ile karıştırılan sert taneciklerin preslenip sinterlenmesi sonucu şekil 4.5'teki yapının olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. Taşlama taşının yapısı [69].

Taşlama taşı ile kesme yapıldığında ise taş ile parça arasında şekil 4.6'daki yapı oluşur.



Şekil 4.6. Taşlama işleminde talaş oluşumu ve talaş iş parçası arayüzü [69].

Taşlama işleminde talaş oluşumu ve çıkan talaş şekilleri ile ilgili çok yaygın çalışmalar bulunmaktadır. Ancak tüm bu geniş literatür göz önüne alındığında temel olarak talaş kaldırma teorisinin iki ana başlıkta toplandığını görmekteyiz.

4.2.1. Deneysel Model

Deneysel modeller ile ilgili veriler, düzlem yüzey taşlama testlerinden elde edilmiş ve ölçülmüş değerlerin analizlerinin yorumlanması ile oluşturulmuştur. Deneysel modellerin popüler yaklaşımı, işlem tasarımı ve modellenmesinin amacı bu modellerin uzman sistemlere entegre edilmesidir. Geliştirilecek bu uzman sistemler, bir bilgi tabanında ele alınan ve kurgulanan bir etki alanı ile ifade edilir [70]. Bilgisayarların hızlı gelişimi ile uzman sistemler birçok taşlama uygulamalarında oldukça büyük oranda kullanılmaya başlanmıştır [22]. Durum tabanlı yaklaşım, yapay sinir ağları ve kural tabanlı yaklaşımlardan oluşan çok yönlü yaklaşım anlayışı, taşlama durum ve parametrelerinin seçimi için geliştirilmiştir.

Durum tabanlı yaklaşımda, kontrol parametre değerleri ve taşlama taşının kombinasyonlarının seçiminde temel problem çözme aracı olarak kullanılır.

Kural tabanlı yaklaşım, durum tabanlı yaklaşımda uygun olmayan veriler söz konusu olduğunda kullanılır.

Yapay sinir ağları ise taşlama taşının seçimi söz konusu olduğunda kullanılan bir yaklaşımdır. Ancak tüm bunlara rağmen nihai olarak kullanıcı, kesme parametreleri ve taşlama taşı seçimi hakkında karar verici olacaktır. Yapay sinir ağları ve bulanık mantık dış yüzey silindirik taşlama işlemi için taşlama taşının özelliklerini sınıflandırmak için kullanılır [70]. Bu işlem için kesme kuvvetleri ölçülür ve bazı istatistiksel ve spektral analizler bu veriler üzerinden yapılır. Elde edilen karakteristik değerler, taşlama taşının seçimi ve sınıflandırılması için veri tabanında mevcut daha önceki verilerle kıyaslanması için girdi olarak kullanılır.

Genelde bilgi esaslı uzman sistemleri kullanan alışlagelmiş yaklaşımlar, sonraki eksikliklerinden dolayı taşlama sistemi tasarımında bir danışma sistemi geliştirmek için bir araç olarak kullanılmak istendiğinde bir zorluk ile karşılaşılabilir. Uzman bilgi sisteminde kendi prosesinin çalışmasından ziyade sistem entegrasyonu ve otomasyonunda daha elverişlidir. Direkt olmayan yaklaşımlar ve kuralları bilgi tabanlı sisteme dâhil etmek ve yansıtmak zordur. Üstelik geliştirilen yeni malzemeler sistemin sürekli geliştirilmesine ihtiyaç duyar ve sistemin geliştirilmesi için bu durum bilgi ve tecrübe için yeterli zamana izin vermeyebilir. Bu yüzden sürekli bilimsel çalışmaların yapılması ve bu çeşit çalışmaların sonuçları tamamlanmalı ve tüm taşlama sistemini kapsamaması için kapsamlı

olmalıdır. Dahası, araştırmalar taşlama prosesinin anlaşılır bir şekilde tanımı için yeterli mekanizmalara sahip olmalıdır.

4.2.2. Analitik Model

Taşlama prosesinin modellenmesi için diğer bir kategori, deneysel modellerdeki “kara delik” diye tabir edilen dezavantajlardan kaçınmak için analitik modeller kullanılmaktadır. Bu yöndeki literatür oldukça geniştir ve bütün bu çalışmaların ihtiyaçları karşılamaması düşünülmez görünmektedir.

Taşlama kuvvetleri taşlama işleminde en önemli veri olması ve tüm çıkış parametre verilerine etki ettiği gibi sadece bu kuvvetlerin modellenmesi ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Günümüzde taşlama kuvvetlerinin modellenmesi için istatistiksel yaklaşım, enerji yaklaşımı ve fizik tabanlı yaklaşım olmak üzere üç güncel yaklaşım mevcuttur.

4.2.2.1. İstatistiksel Yaklaşım

Bu yaklaşımdaki temel anlayış; taşlama işleminin frezelemedeki gibi çok sayıda kesme kenarından oluşan bir kesme işleminin oluşumu şeklindedir. Taşlama taşı yüzeyindeki tüm kesici tanelerin aynı kesme derinliğinde iş parçası üzerinden talaş aldıkları kabul edilir. Toplam (bileşke) taşlama kuvveti tüm kesici taneciklerin kesme kuvvetlerinin toplamının sonucudur. Tek bir kesici tanenin kesme kuvveti, knematik bir taşlamadan elde edilen taşlama taşı-iş parçası kesilen yüzey temas bölgesindeki kesici taneciğin işlenmemiş talaş derinliğinin bir fonksiyonu olarak hesaplanır. İstatistiksel yaklaşık 50 yıllık bir geçmişe sahiptir ve talaş derinliği, kesme hızı, iş parçası, ilerleme hızı arasındaki oran ve çapın bir fonksiyonu olarak 4.12 nolu denklemde gösterilmektedir [47].

$$F=C \cdot N_{kin} \cdot h=C' \cdot \left(\frac{1}{q}\right)^D \cdot a_e^E \cdot \left(\frac{1}{d}\right)^F \quad (4.12)$$

Burada;

F : Toplam taşlama kuvveti,

C : Deneysel sonucu elde edilmiş sabit katsayı,

N_{kin} : Aktif taneciklerin sayısı,

h : Aktif taneciklerin oluşturduğu ortalama talaş kalınlığının derinliği,

D (d): Taşlama taşı çapı,

q : İş parçası ilerlemesi ve taşlama taşı ilerlemesi arasındaki oran,

a_E : taşlama derinliği

F : ilerleme hızı

olarak ifade edilebilir.

Bu yaklaşımda;

-Aktif taneciklerin sayısının eşit boşluklarda dağıldıkları varsayılır,

-İşlenmemiş (taşlanmamış) talaş kalınlığı teorik olarak talaş değerinden hesaplanır,

-Teorik olarak varsayılan talaşın oluşumu, taneler iş parçasına temas ettiği anda

başlar ve iş parçasından çıktığında son bulur,

-Bu yaklaşımda talaş oluşumu sırasında 2 boyutlu bir problemin çözümü yöntemini esas alır,

-Kesici tanenin kenarında ne plastik deformasyonun ne de oyuk şeklinde aşınmanın olmadığı kabul edilir,

-Aşındırıcı tanelerin geometrisi ve tanelerin üst üste binme durumları hesaba katılmamıştır.

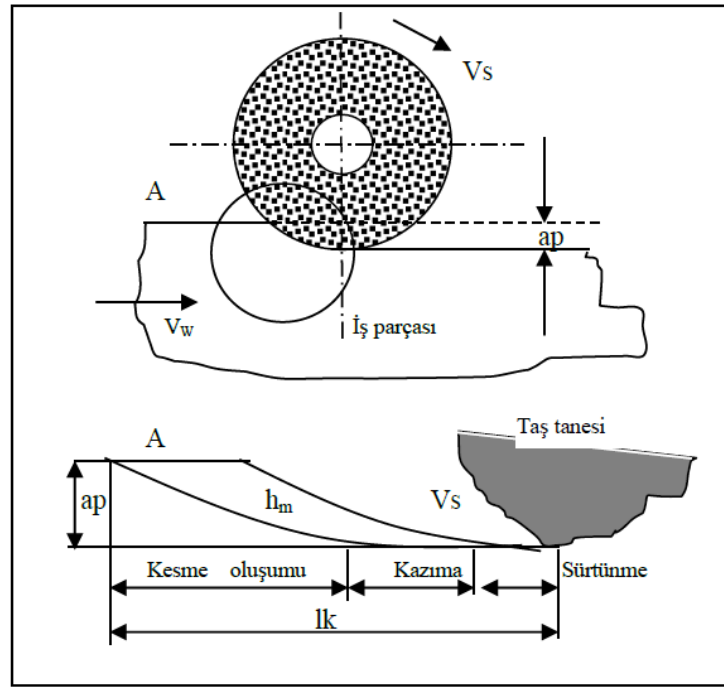
Aktif tane sayısı ve eşdeğer (denk) talaş kalınlığı analizleri tablo 4.2'de gösterilmektedir. Burada aktif tanelerin sayısı ile tek bir tanenin kesme kuvveti genel anlamda taşlamadaki kuvveti verir.

4.2.2.2. Enerji Yaklaşımı

Enerji yaklaşımı 20 yıl öncesinde S.Malkin tarafından başlatılmış ve bu konuda oldukça fazla bilim adamı çalışmıştır. Bu yaklaşımla; taşlama işleminde, taş ve iş parçası hareketi arasındaki kinematik ilişki her bir kesici taneye uygulanmaktadır. Bu konu ile ilgili önceki çalışmalar taş yüzeyindeki ortalama tek tanenin mekanikğine dayanmaktadır. Tanelerin taşlama esnasındaki bazı yönleri, bir tane ve iş parçası arasındaki geometrik ilişki ile gösterilebilir. Deforme olmamış talaş şekli, kesen tanenin takım yolu uzunluğu (l_k), ve maksimum deforme olmamış talaş kalınlığı (h_m) ve talaşın geometrisi Şekil 4.7'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Genel istatistiksel yaklaşımlar

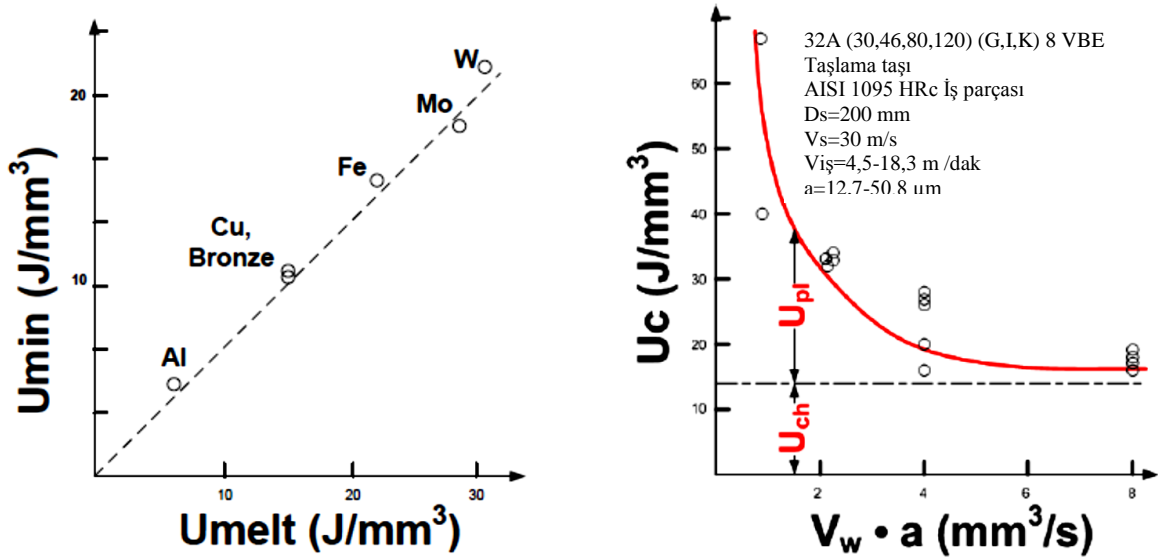
	NO. of Kinematics Grains.				Chip Thickness.			
Kurrein, 1927; Peters, 1969					$h_{eq} =$	$(1/q)$	a_e	
Shaw & Reichenbach, 1956					$h_{max} = \frac{(4/N-r)}{1.2}$	$(1/q)^{1/2}$	$(a_e)^{1/4}$	$(1/d_{eq})^{1/4}$
Konig & Kassen, 1969	$N_{kin} = 1.5 \cdot (C_2^2 / t g x)^{1/3}$	$(1/q)^{1/3}$	$a_e^{1/6}$	$(1/d_{eq})^{1/6}$	$h_{max} = 2 \cdot L_s$	$(1/q)$	$(a_e)^{1/2}$	$(1/d_{eq})^{1/2}$
Konig & Werner, 1971	$N_{kin} = A \cdot K_{gw}$	$(1/q)^{m+1}$	$(a_e)^{m/2+2}$	$(1/d_{eq})^{m/2+2}$	$N_{kin} = A \cdot K'_{gw}$	$(1/q)^{1+m+1}$	$(a_e)^{1/2+m+2}$	$(1/d_{eq})^{1/2+m+2}$
Konig & Lortz, 1975	$N_{kin} = A$	$(1/q)^m$	$(a_e)^n$	$(1/d_{eq})^p$				
Malkin, 1989					$h_{max} = K_{gw}$	$(1/q)^{1-m/2}$	$(a_e)^{1-m/4}$	$(1/d_{eq})^{1-m/4}$
Inasaki, 1989					$h_{max} = (L^2/r)^{1/2}$	$(1/q)^{1/2}$	a_e	$(1/d_{eq})^{1/4}$
Basic model.	$N_{kin} = C_{gw}$	$(1/q)^A$	$(a_e)^{A/2}$	$(1/d_{eq})^{A/2}$	$h_{max} = C'_{gw}$	$(1/q)^B$	$(a_e)^{B/2}$	$(1/d_{eq})^{B/2}$
Force model.	$F = C_{wp} \cdot C_{gw} \cdot N_{kin} \cdot h = C_{wp} \cdot C_{gw} \cdot (1/q)^D \cdot (a_e)^E \cdot (1/d_{eq})^F$							



Şekil 4.7. Taşlamada talaş oluşumunun 3 aşaması [71]

Taşlamanın oluşumu; sürtünme, kazıma ve kesme olmak üzere üç ardışık kısma ayrılabilir. Zıt yönlü (Up-cut) 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 dayanamadığı zaman talaş oluşmaktadır. Talaş oluşumu, kesme aşamasıdır. Enerjinin en etkili kullanıldığı aşama, talaş kaldırma aşamasıdır. Sürtünme ve kazıma kullanılan enerjinin verimini düşürmektedir. Çünkü enerjinin bir kısmı deformasyon ve sürtünmeyle harcanmakta, talaş kaldırmak için ise, bu aşamalarda kullanılan enerji açığa çıkarıldıktan sonrası kalmaktadır. Tüm bunların toplamı olarak genel enerji tüketimi tüm bu üç bileşenin toplamıdır. Taşlamadaki talaş geometrisi incelendiğinde, iş parçasından talaşın koptuğu ve malzeme kesme enerjisiyle birlikte bir korelasyona bağlı olarak kesme enerjisinin ortadan kalktığı gözlemlenmiştir. Bu teoriye göre kesme enerjisi şekil 4.8'deki gibi çoğu metal malzemeler için talaş kopma enerjisinin yaklaşık %75'idir.



Şekil 4.8. Taşlamada talaş oluşumu kesme enerjisi

Talaş kopma enerjisi, demir ve çelik malzemeler için yaklaşık olarak 13,8 J/mm³ olarak denemelerde gözlenmiştir ve bu değer diğer malzemeler için farklılıklar göstermiştir. Talaşın oluşumu için gerekli kuvvet talaş oluşumu için enerji tüketimi ile kıyaslanarak hesaplanabilir. Taneciğin iş parçasına batması talaşın kaldırılması olmadan iş parçası malzemesinin lokal deformasyonunu temsil eder. Her tanecik genişliği için teğetsel

batma (oyma) kuvveti şekil 4.8'deki grafiğe göre çelikler için 1 N/mm olarak hesaplanmıştır.

Üçüncü aşama olan kaymada ise iş parçası yüzeyine karşı aşınan tanecik körelmiş ve toplam taneciklerin oluşturduğu alanların sürtünmesine bağlıdır. Kayma enerjisi, bütün aşındırıcı taneciklerin uçlarında oluşan aşınma yüzeyi bölgesinin bir fonksiyonudur.

Toplam taşlama kuvveti buna bağlı olarak formül 4.13 ve 4.14'teki gibi oluşturulabilir.

$$u = u_{ch} + u_{pl} + u_{sl} = u(MRR) + u_{pl,constant} + u(Ware_{flat}) \quad (4.13)$$

$$F_t = F_{t,ch} + F_{t,pl} + F_{t,sl} \quad (4.14)$$

Burada;

U: Toplam enerji,

U_{ch}: Talaş enerjisi,

U_{pl}: Kazıma, batma, kesme, enerjisi

U_{sl}: Kayma enerjisi

F_t: Toplam taşlama kuvveti,

F_{t,ch}: Talaş oluşum kuvveti (teğetsel)

F_{t,pl}: Talaş batma, kesme kuvveti (teğetsel)

F_{t,sl}: Talaş kayma enerjisi (teğetsel)

İstatistiksel yaklaşımın aksine enerji yaklaşımı, çok kenarlı kesme işlemiyle taşlama işlemini ayıran ve sürtünme, oyma (batma) ve kayma bakımından etkileşim içindeki tanecik/iş parçasını modellemeye çalışır. Ancak bu yaklaşım taş-iş parçası ara yüzündeki mikro etkileşimlerin fiziğini açıklamakta yetersiz görünmektedir ve işleme prosesi parametrelerine ilişkin olarak işlem yüzeyi yüzey dokusu bu yaklaşımla tahmin edilemeyebilir. Buna ilave olarak kesme ve oyma (batma) enerjilerinin hesaplanması sonlu elemanlar yöntemindeki gelişmelerin sonucu olarak geliştirilebilir.

Tüm açıklamalara ek olarak, iş parçası yüzeyinde büyük sıcaklık oluşarak, yüksek oranda takım aşınması meydana gelmekte ve iş parçasının yüzeyinden belirli bir derinlikte metalürjik hasarlar oluşmaktadır [30,58].

4.2.2.3. Fiziksel (Şekilsel) Esaslı Yaklaşım

Taşlama işlem modellemesine dayalı fizik esaslı yaklaşım ilk önceleri CIRP Annals'dan bir makalede 1983 yılında tartışılmıştır [72]. Genellikle fizik temelli yaklaşım prosesi ile ilgili tüm birincil yönlerini kapsamalıdır. Bu yaklaşımın metodolojisi genellikle iki alanda oluşur:

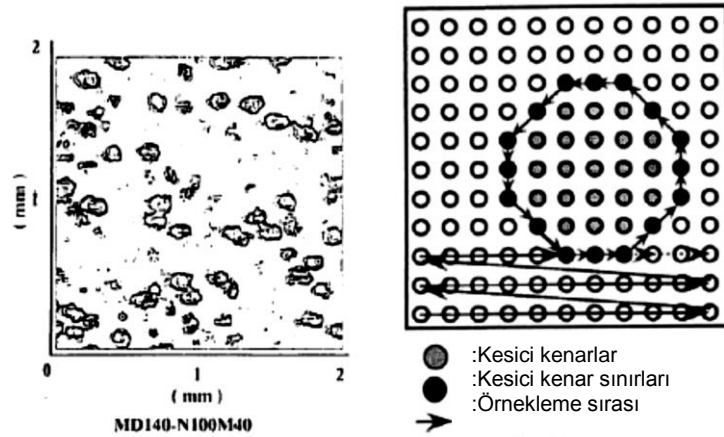
1. alan: Taş-ış parçası arayüzü analizi, iş parçası ile her bir kesici taneciğin kesme performansı şartları üzerine mikroskopik düzeyde belirlenebilir.

2. alan: Tek bir taneciğin kuvvetinin hesaplanması ve mikroskopik kuvvet değerlerinin büyük ölçekte bütünleştirilmesi

Bu gösterimin başlangıç noktası; ölçme, analitik modelleme veya matematik modellemeyle oluşturulabilen sayısal olarak taşlama taşının tanımlanmasıdır. Taşlama taşı yüzey ölçüm yöntemi olarak, bir taşlama taşı yüzeyinde kesme kenarları, pik noktalarını sayarak optik bir profilometriyle ölçülebilir. Burada bir eşik değer tespit edilir ve bu eşik değerden daha yüksek olanlar aktif aşındırıcı noktalar olarak kabul edilir. Böylece kapalı bir döngü yapısını oluşturan tüm bu noktaların aynı aşındırıcı taneye ait olduğu kabul edilir [23]. İş parçası ile aktif aşındırıcının dalması (kesmesi) mikro ölçekli bir talaş alma biçimi gibi davranır [24].

Üniform kabul edilen analitik analiz tabanlı bir topografya modeli, basit bir küp şeklindeki birim hücreye benzer şekilde düzenlenmiş küresel taneler de geliştirilebilir [29]. Kesici tanelerin sayısı analitik formül tabanlı olarak hesaplanabilir [27,28]. Böylece taşlama prosesi işlemi çok taneli talaş kaldırma işlemi olarak kabul edilerek, toplam taşlama kuvveti her bir tane üzerindeki kesme kuvvetlerinin toplamına eşit olur.

Tanecik dağılımının rastgele yapısı modele dahil edildiğinde, dönme hareketi yapan taşlama taşının rastgele tanecik dağılımını tanımlamak için gelişigüzel bir tanecik yoğunluk fonksiyonu şekil 4.9'da gösterildiği gibi tanımlanır [73,34].



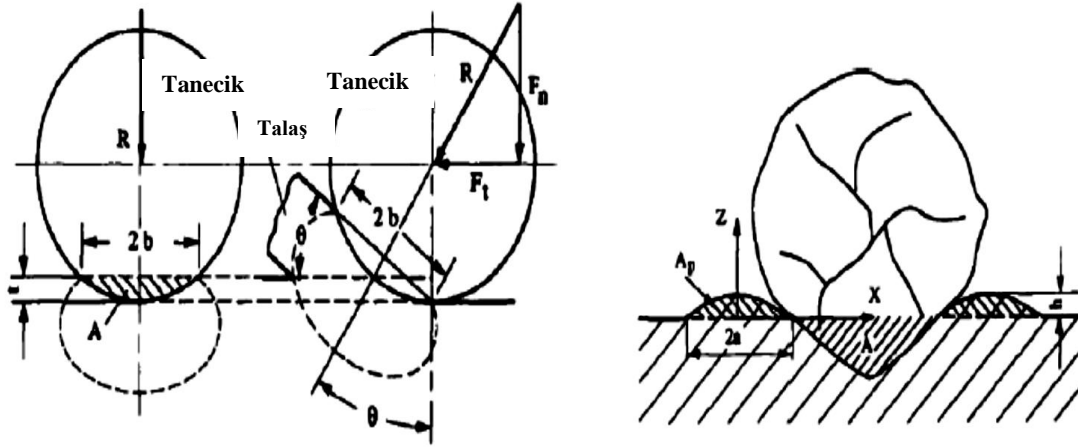
Taşlama taşı yüzeyinin ölçümü

Şekil 4.9. Taşlama taşı yüzey tanımlanması

Özgül kuvvetin hesaplanmasında, iş parçası malzemesinin kayması, talaş oluşumu bakımından iş parçası ve tanecik dalmasında mikroskobik verilerin (data) belirlenmesi, taşlama taşı yüzey modelinin yanında bu işlemin simülasyonu için başka bir girdi (veri) ye ihtiyaç vardır. Bunun için çeşitli fikirler şöyle özetlenebilir.

Tek bir tane kesme kuvveti sürtünmesiz Brinell sertlik testinde çentik numune etkileşimine kıyaslanabilir olarak kabul edilebilir. Bu nedenle özgül kuvvet, gelişigüzel bir talaşın kesit alanı ile teğetsel batma kuvveti arasındaki oran belirlenebilir [34,73] ve malzeme yan kenar kayma formu, malzemenin plastik deformasyonu nedeni ile parabole yakın olur [30].

Tek bir tanecikteki kesme kuvveti, maksimum talaş kalınlığı veya talaş uzunluğunun bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir [32, 33]. Challen ve Oxleys'in her ikisinin geliştirdiği gerilim yüzeyi-kayma dairesi alanı teorisi ve William ile Xie'nin 3 boyutlu piramit şekilli sertlik modeli her bir kesici tanecik üzerindeki taşlama kuvvetini hesaplamak için kullanılmaktadır (şekil 4.10) [24].



Şekil 4.10. Kesme kuvveti ve yan yüzey deformasyonu

Aşındırıcı taş taneleri; düzensiz şekilli bir kesici takım kabul edilmektedir. Bununla birlikte Shaw'ın taş yüzeyindeki bir taneyi küre olarak modellediği rapor edilmiştir [30]. Tanenin büyük negatif kesme açlarına sahip olduğu düşünüldüğünde bu modelleme doğru kabul edilebilir. Taneye uygulanan normal kuvvetin Brinell sertlik testlerindeki kuvvete benzer olduğu farz edilmektedir. Deformasyon işlemi bir elastik-plastik değer ile sınırlanmıştır. Küre yatay olarak hareket ettikçe, iş parçası yüzeyi altında deformasyona uğramış bölge yüzeye açılı hale gelmektedir. İş parçası malzemesi yukarı doğru sıkıştırılmakta deformasyonun devamında yüzeyden ayrılacak bir talaş oluşmaktadır. Model, Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Burada kesme derinliği, t ile bir kürenin yatay hareketi aynı derinlikte, yüzeye batan bir küreye eşit kabul edilmektedir.

Küre (taş tanesi) ve iş parçası yüzeyi arasında sürtünme olmadığı zaman, iş parçasına batmak için gerekli olan kuvvetin büyüklüğü sabit ve yüklenme yönünden bağımsızdır.

Taşlamada, kaldırılacak olan talaşın bir kısmı, taşın aktif yüzeyinde bulunan ilk tane tarafından, diğer kısım, takip eden taş taneleri tarafından kaldırılmaktadır.

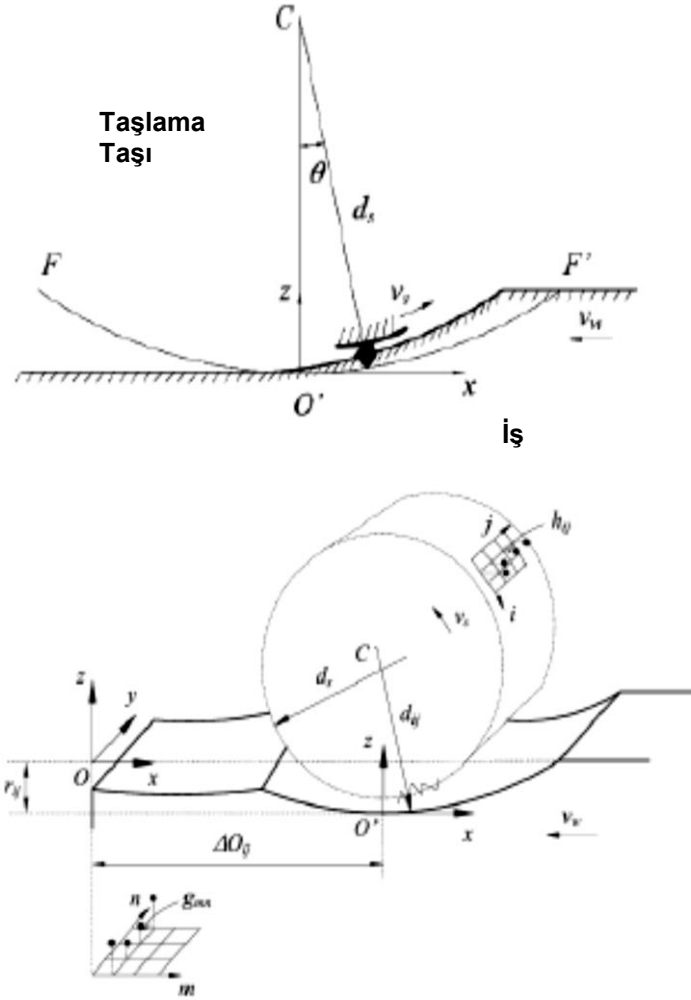
Taşlamanın kinematik simülasyonu, bize mikro düzeyde taşlama taşı-ış parçası temas şartlarını belirlemede yardımcı olur. Genel anlamdaki taşlama kinematik simülasyonu algoritması yaygın olarak literatürde bulunabilir [43, 35, 74].

En kapsamlı kinematik simülasyonu genel olarak şunları kapsar:

1-Kesme noktası yörünge denklemini,

2- Kesme noktalarının yörüngeleri ile iş parçası yüzeyinin topografik haritalanmasını,

3-Tanecikler ile iş parçasının etkileşiminin belirlenmesini (şekil 4.11).



Şekil 4.11. Taşlama kinematiğinin düzenlenmesi [35].

Şekil 4.11 bir taşlama kinematiğinin simülasyonu prensibini göstermektedir.

Şekle göre iş parçası üzerinde sabit O merkezli bir O'xyz koordinat sistemi ve kesme noktasının FOF' kesme yolunda en küçük temas noktasında buluşması esnasında, V_s kesme hızı ile dönen taşlama taşı hareketi ile iş parçasının teğetsel ilerleme yönündeki V_w kesme hızı arasındaki parabolik bir eğri oluşur. Bu parabole ait denklem aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$x = \frac{d_s}{2} \sin \theta \pm \frac{d_s \cdot v_w}{2 \cdot v_s} \theta \quad (4.15)$$

$$y = y \quad (4.16)$$

$$z = \frac{d_s}{2} (1 - \cos \theta) \quad (4.17)$$

Formülde;

x, y, z : Taşlama taşı üzerindeki kesici taneciğin koordinatlarını,

V_w : Taşlama taşı kesme hızını (m/dak)

d_s : Taşlama taşı çapını (mm),

θ : Taşlama taşı dönme açısını ifade eder.

Denklemden (+) işareti iş parçasına göre yukarı yönde taşlama işlemini, (-) işareti aşağı yönde taşlama işlemini ifade eder.

Bu nedenle; koordinat sisteminde herhangi bir zamandaki Z noktası $z(i,j)$, taşlama taşı üzerindeki $d_{i,j}$ mesafesi aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$x = \frac{d_{ij}}{2} \sin \theta + / - \frac{d_{ij} \cdot v_w}{2 \cdot v_w} \theta \quad (4.18)$$

$$y = y \quad (4.16)$$

$$z = \frac{d_{ij}}{2} (1 - \cos \theta) \quad (4.19)$$

Taşlama işlemlerinin tüm kinematik tabanlı simülasyonları, iş parçası yüzeyindeki kesme yolunda topografik haritalamaya ihtiyaç duyar. İş parçası kesme yüzeyi topografik bir düzlemle $[g_{i,j}]$ temsil ediliyor olsun. Benzer şekilde taşlama taşıdaki yüzey topografik dizilişi de bir yükseklik dizisi olarak $[h_{i,j}]$ (sırasıyla taşın çevresel ve aksenal yönlerinde $h_{i,j}$ topografik pozisyonuna denk gelen i ve j indisleriyle) temsil ediliyor olsun.

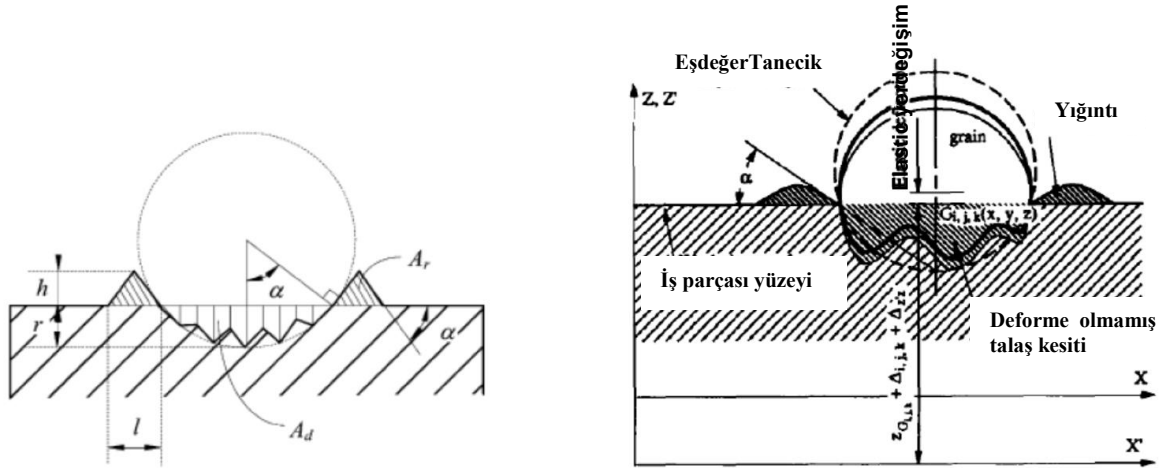
Bu durumda taşlama taşının kesici tanecikleri yörüngesi, genel koordinat sisteminden iş parçasının bulunduğu genel koordinat sistemine çevrildiğinde iş parçası yüzeyi topografik dizilimi şu şekilde değişir:

$$g_{mn}^i = \min(g_{mn}^{i-1}, z_{mn}) \quad (4.20)$$

Formülde;

g_{mn}^i ile g_{mn}^{i-1} , $h_{i,j}$ den geçen kesme noktasından önceki ve sonraki noktalarda (m ve n) iş parçasına olan yüzey yükseklikleridir.

Taşlama şartlarına bağlı olarak, taşlama taşı üzerindeki sadece sınırlı aşındırıcı taneler iş parçası yüzeyine temas edecektir. Bu aktif sınırlı tane sayıları arasında sadece küçük bir oranı kesme yapacaktır ve diğerleri sadece iş parçası yüzeyini sadece sürter veya kazırken talaş oluşturacaktır. Kesme veya kazıma taneleri için, iş parçası malzemesi ayrılmanın yanında plastik deformasyona uğrar. Bu nedenle kenar akış geometrisi oluşumu hesaba katılmalı ve kinematik simülasyona dahil edilmelidir. Mevcut simülasyonlarda kenar akış kesit yüzeyi ikizkenar üçgen veya parabol olarak modellenebilir ve bu geometri, batma kesit alanı veya batma derinliği bakımından batma (oyma) şartının bir fonksiyonu olarak modellenebilir. Yapılan bir batma (oyma) taneciği testinde %70 ile %100 oranlarında taneciğin batma (oyma) ve %10-50 arasında ise kesme yaptığı gözlemlenmiştir (şekil 4.12).



Şekil 4.12. Yan taraf (kenar) formasyonu

Yapılan simülasyonlardan temas ve aktif olan tanecik sayıları elde edilebilir ve literatürde bu konu üzerinde oldukça fazla sayıda simülasyon çalışması mevcuttur [30,23,33,35].

Her bir tane üzerindeki kuvvet, kesici tanecik-iş parçası oyma (batma) kesit alanının [30,23] veya her bir kesici taneciğin kesme derinliğinin [73] bir fonksiyonu olarak ifade edilir.

Toplam taşlama kuvveti ise taşlamada aktif olarak iş yapan tanelerin yüklerinin toplamı olarak ifade edilir. Taşlama işlemi çok karmaşık olduğu gibi taşlama işlemindeki kinematik analizin yapılması için sadeleştirme işleminin yapılması gereklidir.

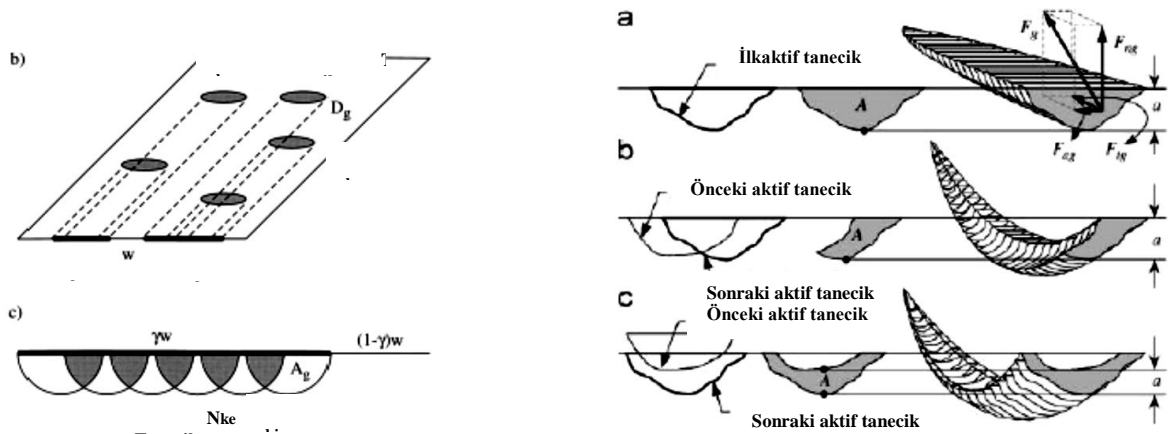
Bu sebeple mevcut taşlama işlemi simülasyonlarında birkaç varsayım yapılmıştır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- Taşlama taşı ve sistemdeki titreşimler ihmal edilebilir.
- Taşlama taşı kesme kenarı ile temastaki iş parçası malzemesi, taşlama temas kesme işleminden sonra kopup ayrılır.
- BUE (Built-up-Edge) olayı olmaz.

4.2.3. Taşlama Taşı Modeli

Bir çok model, düzenli tanecik dağılımı ve taşlama işleminin rastgele doğasını hesaba katmadan taşlama taşı üzerinde tahmini olarak tanecik yoğunluğunu esas alarak taşlama kuvveti ile ilgilenir. Taneciklerin rastgele dağılışı ve taşlama taşı üzerindeki çinkıntılı taneciklerin yüksekliği ancak doğada olasılıksal taşlama işlemi yapar.

Şekil 4.13'te taşlama işleminde malzemenin iş parçasından gerçek anlamda ayrılma şeklini ve olası talaş şekillerinin üç halini gösterir [39,40].



Şekil 4.13. Tek bir taneciğin malzemeden ayrılışı [40].

İlk aktif tanecik düz bir yüzeyden kalkan talaşı keser ve taşlama profili ile talaş kesiti aynı olur. Bir sonraki aktif taneler tarafından kesilen talaş kesit şekilleri, iki ardışık aktif tane profillerine bağlı olarak daha karmaşıktırlar. Eğer tane profili, bir önceki aktif

tane profilinden geçerse, bozulmamış tane enine kesiti asimetriktir (virgül gibi). İkinci şekil, ardı ardına aktif tane profilleri geçmediğinde oluşur ve bozulmamış talaş şekli simetriktir (kayık gibi). Bu taşlama şekli ise daha yüksek enerji tüketimi ve iş parçası yüzeyinde yüksek kazma (oyma) olasılığıyla daha yavaş talaş-malzeme ayrılmasını ifade eder. Yükleme olayının gösterimi hem topografik ve hem de mekanik özellikleri içeren üç boyutlu bir taşlama taşı modeline ihtiyaç duyar. Yükleme olayı, taşlama taşının gözenek yapısından ve işlem sırasındaki (kesme) talaş birikmesinden etkilenmektedir. Bu nedenle taşlama taşı modelinden lokal tane sıcaklığı dikkate alınmalıdır. Bir taşlama taşıdaki tane sıcaklığı veya boşluk miktarı genellikle taşın özelliği, imalat şekli ve bağlama elemanından etkilenmektedir. Ancak mevcut taş modelleri temel olarak eşit boşluklu [41] tanecik yapısını ve eşit rastgele tanecik sayısını esas alarak modelleme yapar. Ayrıca taşın kaplama özellikleri, simülasyonlarda nadiren göz önüne alınmıştır.

4.3. Taşlama İşleminde Kuvvet ve Enerji Hesaplanması

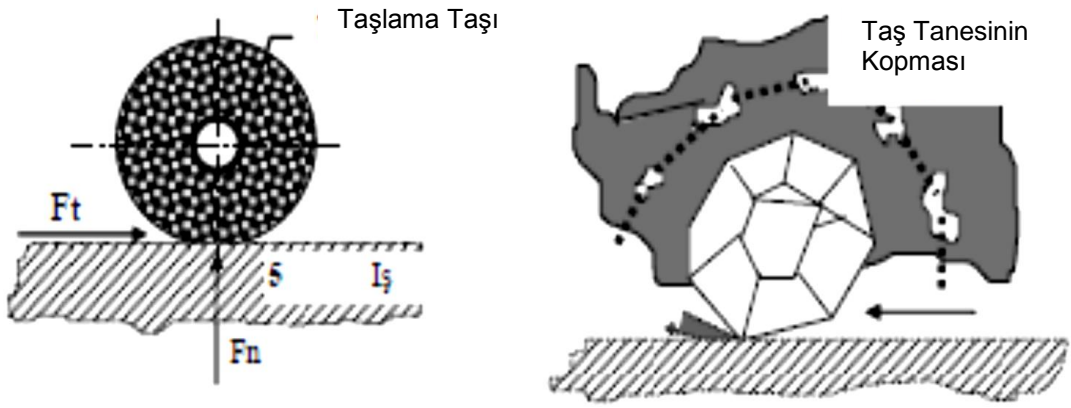
Diğer talaş kaldırma işlemlerinde olduğu gibi, taşlama işleminde de;

F_c : Kesme kuvveti, (N)

F_n : Normal kuvvet, (N)

F_t : Teğetsel kuvvet, (N)

olmak üzere üç temel kuvvet bulunur. Ancak bu işlemde kullanılan takım (zımpara taşı) incelendiğinde, kesme işlemi yapan taş tanelerinin sayılamayacak kadar çok ve düzgün olmayan bir geometriye sahip oldukları görülmektedir (Şekil 4.14). Bu sebeple esas kesme kuvvetinin (F_c) hesaplanması, son derece karmaşık bir durum arz eder. Kuvvet hesabının bir başka zorluğu, kuvveti etkileyen parametrelerin çok sayıda olması ile ilgilidir. Bu parametrelerden bazıları; taşın birleştirme maddesi, sertliği, tane büyüklüğü, dokusu, talaş derinliği, ilerleme, işlenen malzemenin çekme dayanımı, rijitlik vb. şeklinde sıralanabilir [54].



Şekil 4.14. Taşın geometrisi ve kuvvetler

Bununla beraber, deneysel yöntemlerle bulunmuş ortalama kesme kuvveti;

$$F_c = \frac{60 \cdot \delta \cdot a \cdot s \cdot V_p}{V_c \cdot N} \quad (4.21)$$

şeklinde yazılabilir.

Burada;

δ : İşlenen parça gerecinin kopma dayanımı, (N/mm²)

a : Kesme derinliği, (mm)

s : İlerleme, (mm/devir)

V_p : İş parçasının hızı, (mm/sn)

V_c : Taşın çevresel hızı, (mm/sn)

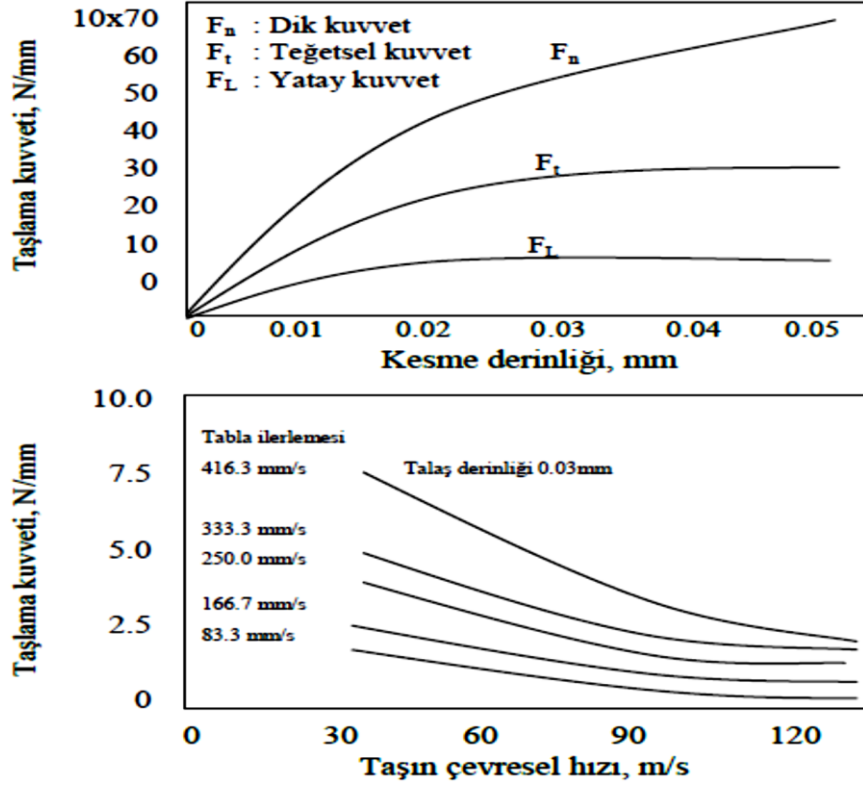
Diğer işleme yöntemlerinin aksine, taşlamada normal kuvveti (F_n) teğetsel kuvvetinden (F_t) daha büyüktür. Deneysel çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlara göre, bu kuvvet;

$$F_n = (1,3 - 1,45) \cdot F_t \quad (4.22)$$

şeklinde ifade edilebilir [54].

Taşlama kuvvetleri ile taş hızı ve talaş derinliği arasındaki ilişki şekil 4.15'te gösterilmektedir. Sabit tabla hızında, taşın yüksek hızlarında düşük taşlama kuvveti elde

edilmiştir. Bu olayın yüksek talaş kaldırma miktarlarında daha belirgin olduğu görülmüştür. Yani talaş miktarı ile taşlama kuvveti doğrusal olarak artmamaktadır (Deney malzemesi olarak SKD-11 58 HRC ve 85x40x20 boyutlarında iş parçası kullanılmıştır) [37].



Şekil 4.15. Taş hızı ve talaş derinliğinin taşlama kuvvetleri üzerine etkisi [37,38].

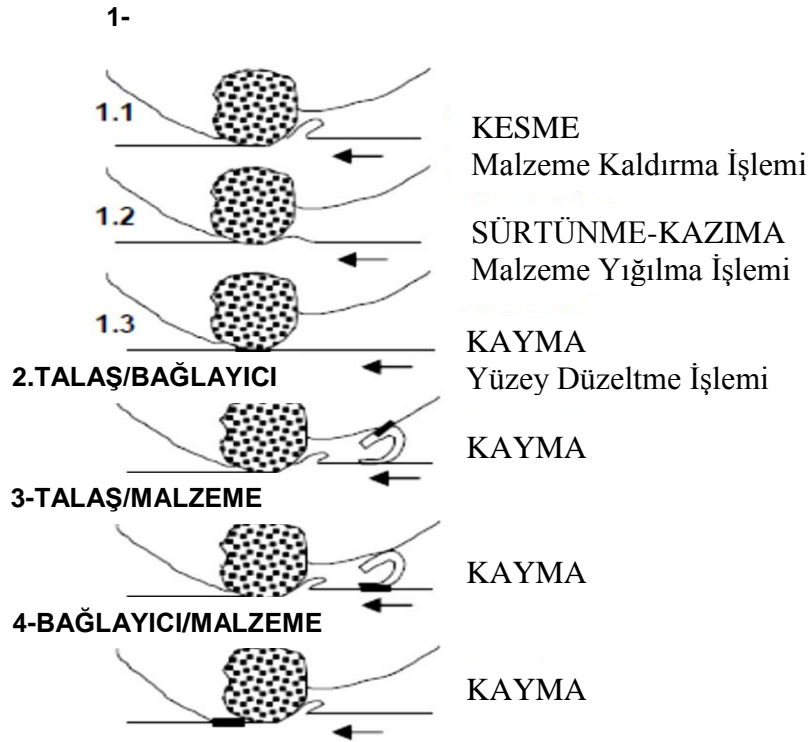
Özgül taşlama enerjisi tane kesme derinliğinin azalması ile üstel olarak artmaktadır. Bu eğilim talaş derinliği 0,02 μm 'nin altında olduğu zaman daha da belirginleşmektedir. Buradan etkin taşlama için tane kesme derinliğinin 0,02 μm 'den daha yüksek olması gerektiği sonucu çıkmaktadır. Talaş derinliğinin artırılması daha yüksek kesme kuvvetlerinin oluşmasına sebep olmaktadır [75-77].

Toplam taşlama kuvveti; taşlama bölgesinde her bir taneye gelen kuvvetleri toplayarak elde edilmektedir. Taştaki tanelerin rastgele dağılımından dolayı, taşlama bölgesinde tanelerin sayısını ve pozisyonunu bilmek zor olmaktadır. Bu zorluğu aşmak için, taşlama işleminde tüketilen enerji ile taşlama kuvveti için bir eşitlik elde edilmiştir.

Bu ifadeden yararlanılarak yapılan simülasyon sonuçları önceki deneylerle uyumlu çıkmıştır. Sonuçlar, daha önceki kabullerin doğruluğuna bir delil olmamasına rağmen,

yapılan kabullerin, incelemenin devam ettiği yere kadar gerçeklerle tutarlı olduğunu açıklamaktadır [60-62].

Taşlama kuvvetleri sadece talaş kaldırma mekanizmasını, taş aşınmasını ve sıcaklık dağılımını etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda taşlama işleminin etkinliğini ve verimliliğini de etkilemektedir. Bu yüzden, taşlama kuvveti işleme kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Son yıllarda önemli sayıda taşlama kuvvet modeli geliştirmek için çalışmalar yapılmıştır. Taşlama kuvvetinin üç ayrı (sürtünme, kazıma ve kesme) (şekil 4.16) işlemi üzerindeki etkisini anlamak için tek bir taş tanesinin üzerine gelen taşlama kuvvetlerine dayalı bir model geliştirmiştir. Taşlamanın üç aşamasına göre toplam, normal ve teğet kuvvet elamanlarını ifade etmişlerdir [63].



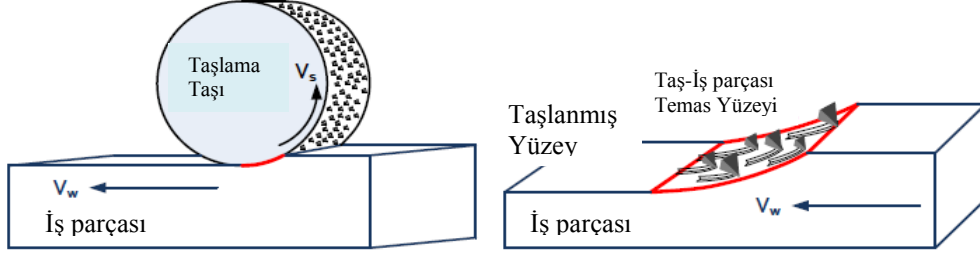
Şekil 4.16. Taşlamada mikroskobik etkileşim durumları

Diğer kuvvet modelleri aşağıdaki iki modele dayanmaktadır:

1. Model: Taş yüzeyindeki aktif tanelerin rastgele dağılımını dikkate alır ve taş yüzeyinin belirli bir alanı için taşlama işlemi yapan tanelerin sayısını verir.

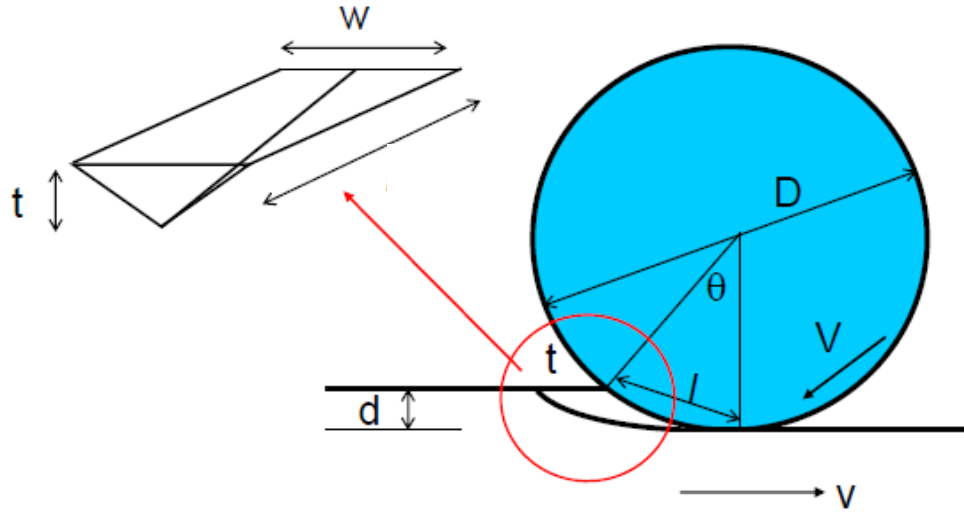
2. Model: Taşlama işleminin kinematiğine bağlıdır ve taş-iş temas alanındaki talaşın kesitinin dağılım ve büyüklüğünü fonksiyonel olarak ifade etmektedir (Şekil 4.17).

Taşlama kuvveti= Kesme Kuvveti+Kazıma Kuvveti+Kesme Kuvveti+Yükleme Kuvveti+Bağlayıcı Malzeme Kuvveti



Şekil 4.17. Taşlamada kinematik simülasyon

Ciddi olarak birçok kuvvet modeli oluşturulmasına rağmen, bu modeller genellikle bazı kabullere dayanmaktadır ve bu kabuller gerçeklerle çelişebilmektedir. Bunun ötesinde, bu modelleri uygulamak, çok karmaşık olmasının yanında teorik modelde kullanılan her bir tane için temas alanı, temas basıncı gibi değerleri gerçek taşlama işleminde bulmak da çok zor olmaktadır. Şekil 4.18’de talaş kesiti ve buna bağlı olarak oluşan talaş kesiti görülmektedir. Gerçekte, belirlenmiş konfigürasyonlarda deneysel olarak elde edilen katsayıların güvenilirliği, şartların değişmesi durumunda azalabilir [63].



Şekil 4.18. Oluşan talaş geometrisi

Şekil 4.16 İncelendiğinde:

t : Talaş derinliği mm

W :Talaş temas genişliği mm

b :Talaş genişliği mm

V :Kesme hızı m/dk

Q :Talaş temas açısı

v :İlerleme mm/dev, mm/dak

D :Taş çapı mm

d :Kesme derinliği mm

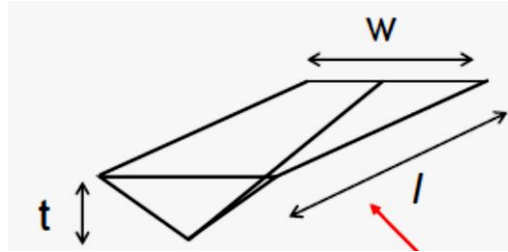
Yukarıdaki şekilde talaş temas uzunluğu ve talaş uzunluğuna bağlı olarak

$$l = \sqrt{D \cdot d} \quad (4.23)$$

Kaldırılan talaş oranı (KTO) ise;

$$K.T.O = v \cdot d \cdot b \quad (4.24)$$

Talaş kesiti incelendiğinde üçgen prizma şeklinde oluştuğu kabul edildiğinde taş genişliğinin talaş derinliğine oranı (r) olarak ifade edilirse;



$$r = \frac{w}{t} \approx 10 \text{ ila } 20 \quad (4.25)$$

oranı ile karşılaştırılır.

Böylece talaş hacmi ise.

$$Hacim_{talaş} = \frac{1}{2} w \cdot \frac{1}{2} t \cdot l = \frac{1}{4} w \cdot t \cdot l \quad (4.26)$$

olarak hesaplanacaktır.

Zamanın bir fonksiyonu olarak talaş hacmi hesaplamasında;

c : Kesici kenar sayısı

b : Talaş genişliği

V: taşın çevresel hızı olarak kabul edilirse

$$n = V \cdot b \cdot c \quad (4.27)$$

olarak yazılabilir. Her iki formül birleştirilirse;

$$KTO = v \cdot d \cdot b = n \cdot Hacim_{talaş} \quad (4.28)$$

$$v \cdot d \cdot b = V \cdot b \cdot c \cdot \frac{1}{4} w \cdot t \cdot l. \quad (4.29)$$

$$w = r \cdot t \quad (4.30)$$

$$l = \sqrt{D \cdot d} \quad (4.31)$$

$$v \cdot d \cdot b = V \cdot c \cdot b \cdot \frac{1}{4} r \cdot t \cdot t \cdot \sqrt{D \cdot d} \quad (4.32)$$

talaş kalınlığı

$$t^2 = \frac{4v \cdot d}{V \cdot c \cdot r \cdot \sqrt{D \cdot d}} \quad (4.33)$$

veya

$$t = \sqrt{\frac{4v}{V \cdot c \cdot r} \sqrt{\frac{d}{D}}} \quad (4.34)$$

olarak hesaplanır.

4.4. Taşlama İşleminde Enerji Oluşumu

Taşlama işlemi incelendiğinde oluşan enerjinin; talaş enerjisi, sürtünme enerjisi ve kayma enerjisinin toplamı olduğu görülecektir.

$$u = u_{talaş} + u_{sürtünme} + u_{kayma} \quad (4.35)$$

Toplam taşlama kuvveti;

Güç formülünden

$$Güç = u \cdot KTO \quad (4.36)$$

$$F_{taşlama} \cdot V = u \cdot v \cdot d \cdot b \quad (4.37)$$

$$F_{taşlama} = u \cdot \frac{v \cdot d \cdot b}{V} \quad (4.38)$$

Deneysel çalışmalar sonucu, talaş enerjisinde artışın sürtünme enerjisindeki azalmayla orantılı olduğu görülmektedir. Böylece;

$$u \propto \frac{1}{t} \quad \text{veya} \quad u = K_1 \cdot \frac{1}{t} \quad (4.39)$$

olarak hesaplanmıştır. 4.39 nolu formül 4.38 nolu formülde yerine konulursa;

$$F_{taşlama} = K_1 \cdot \frac{1}{t} \cdot \frac{v \cdot d \cdot b}{V} \quad (4.40)$$

olarak yazılabilir. Burada 4.34 nolu formüldeki (t) 4.40 nolu formülde yerine konulursa,

$$F_{taşlama} = K_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{4v}{v \cdot c \cdot r} \cdot \sqrt{\frac{d}{D}}}} \cdot \frac{v \cdot d \cdot b}{V} \quad (4.41)$$

elde edilir. Formül yeniden düzenlenirse;

$$F_{taşlama} = K_1 \cdot b \cdot \sqrt{\frac{d \cdot c \cdot r \cdot v}{4V}} \cdot \sqrt{D \cdot d} \quad (4.42)$$

olarak formül bulunur.

4.5. Her Tanecik İçin Güç Hesabı

Her bir taşlama taşı taneciği için güç hesaplaması yapılırsa;

$$F_{tanecik} = u \cdot Alan \quad (4.43)$$

$$F_{tanecik} = u \cdot \frac{1}{2} w \cdot t \quad (4.44)$$

$$w = r \cdot t \quad (4.45)$$

Burada 4.45 nolu formül ve 4.39 nolu formül 4.43 nolu formülde yerine konursa

$$F_{tanecik} = K_1 \frac{1}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot r \cdot t \cdot t \quad (4.46)$$

elde edilir. Yeni bir düzenleme ile 4.34 nolu formül 4.46 nolu formül yerine konur ve düzenlenirse;

$$F_{tanecik} = \frac{K_1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{\frac{4v}{v.c.r} \cdot \sqrt{\frac{d}{D}}} \quad \rightarrow \rightarrow \rightarrow \quad F_{tanecik} = K_1 \cdot \sqrt{\frac{v.r}{v.c} \sqrt{\frac{d}{D}}} \quad (4.47)$$

olarak formülize edilebilir.

4.6. Taşlama İşleminde Sıcaklık

Taşlama işleminde her birim alan için sıcaklık dağılışı şöyle hesaplanabilir;

$$\Delta T = K_2 \cdot \frac{Giren\ enerji}{Alan} \quad (4.48)$$

$$\Delta T = K_2 \cdot \frac{u.b.l.d}{b.l} = K_2 \cdot K_1 \cdot \frac{1}{t} \cdot d \quad (4.49)$$

Burada t yerine 4.34 nolu formül yerine konursa;

$$\Delta T = K_1 \cdot K_2 \cdot d \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{4v}{vcr} \cdot \sqrt{\frac{d}{D}}}} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \Delta T = K_1 \cdot K_2 \cdot \sqrt{\frac{v \cdot c \cdot r}{4v} \cdot \sqrt{D \cdot d}} \quad (4.50)$$

olarak elde edilir.

5. MATERYAL VE METOD

5.1. Sistemin Tanımı

Taşlama, aşındırıcı parçacıklardan oluşan taşlama taşı yardımı ile iş parçası üzerinden talaş kaldırarak istenilen şekil ve ölçüde iş parçalarını elde etme işlemi olarak daha önce tanımlanmıştır. Taşlama işlemi; daha önceden tornalama, frezeleme vargelleme gibi işlemlerle işlenmiş iş parçalarının yüzey kalitesini arttırmak ve istenilen hassas ölçülere getirilmesini sağlayan bir bitirme işlemidir. Taşlama işlemleri genellikle düzlem yüzey, silindirik ve puntasız taşlama olmak üzere üç çeşittir.

Düzlem yüzey taşlama yönteminde kendi eksenini etrafında dönen taşlama taşının genellikle silindirik yüzeyi ve bazen de alın yüzeyi ile prizmatik düzlem yüzeyler doğrusal enine ve boyuna hareketlerle taşlama işlemi yapmaktadır. Bu taşlama yönteminde kullanılan taşlama taşları genellikle büyük çaplı olup (ortalama 150 mm-300 mm aralığı, büyük tezgâhlarda daha da büyük çaplı) özel olarak tasarlanmış tezgâhlarda bu işlem geliştirilmektedir. Bu tür tezgâhların üretimi ise günümüzde özellikle ülkemiz dışında üretiliyor olup, ithal edilmektedir.

Bu çalışmada; taşlama yöntemi olarak yeni bir metot ve bu yeni metot üzerine yeni bir taşlama mekanizması geliştirilmiştir. Geliştirilen bu taşlama metodu mekanizması ile düzlem yüzey taşlama sistemi, taşlama taşının kendi eksenini etrafında dönmesi hareketine ilaveten taşın eksenine dik eksen etrafında ayrı bir dönme hareketi daha ilave edilmiştir. Oluşturulan bu yeni sistemde kullanılan değişik özellikte taşların iki ayrı dönme hareketi yapması sonucu örnek numune parçalar düzlem yüzey taşlama işlemine tabi tutulmuştur. Yeni yöntem ile birlikte yapılan taşlamada, hem değişik taş özelliklerinin hem de geliştirilen yeni taşlama mekanizmasının yani taşın iki eksen hareketi ile oluşturulan modelin yüzey pürüzlülük değerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca yeni yöntemle işlenen parçalardan çıkan talaş modelleri mikroskop ile incelenmiş, talaş modeli oluşturularak bu model üzerinden matematik modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan bu mekanizma CNC işleme merkezi fener miline bağlanarak sistem çalıştırılmıştır. Tasarlanan ve denenilen mekanizma ve buna bağlı olarak oluşturulan yeni yöntemle ilgili tüm teknik dokümanlar oluşturularak patent başvurusunda bulunulmuştur. Denenilen mekanizma ve taşlama yöntemi 24/04/2014 tarihinde başvuru tarihi ile Türk Patent Enstitüsünde 2014/04647

patent numarası verilerek “düzlem yüzey taşlama işleminde ikincil dönel eksenli taşlama mekanizması” adıyla kayda alınmış, yurt içi patent korumasına alınan ürün için şu anda uluslararası koruma başvurusunda bulunulmuştur. CNC tezgah özellikleri tablo 5.1’de ve bağlama şekli ise şekil 5.1’de görülmektedir.



Şekil 5.1. Sistemin genel görünümü ve CNC fener miline montajlı hali

Tablo 5.1. Sistemin monte edildiği CNC tezgah özellikleri

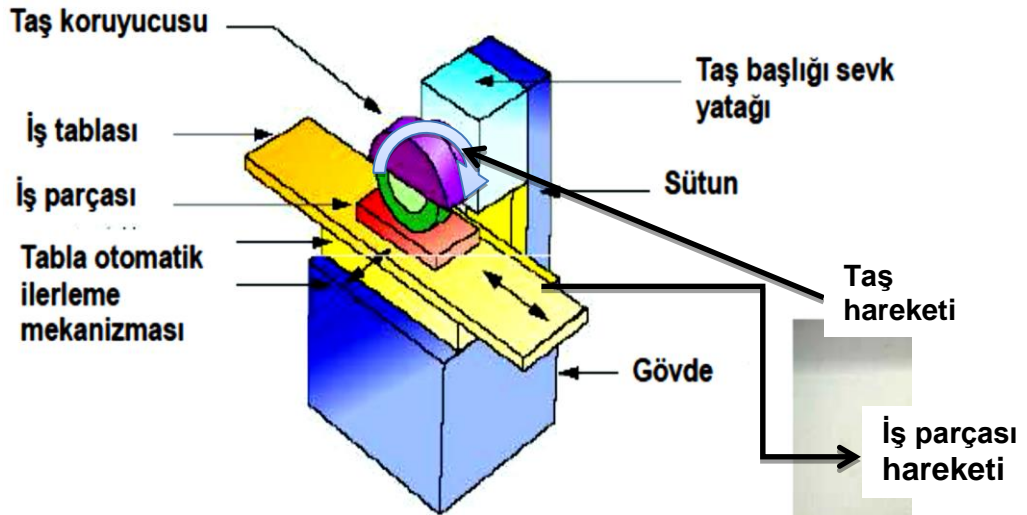
Tezgâh Markası	CTek
Kontrol ünitesi	Ctek
Tabla ebatları (BoyxEn)	1400x600
Fener Mili koniği	BT 40
Fener mili motoru gücü	3 Kw
Fener mili devri	8000 dev/dak
Tabla hareketleri (X Y Z)(mm)	1200x600x600

Araştırılan tüm çalışmalar incelendiğinde taşlama tekniği ile ilgili çok fazla sayıda çalışmanın olmadığı, yapılan çalışmaların genellikle taş yapısı, tane yapısı, kesme parametreleri ve modelleme analiz gibi konularla ilgili olduğu görülmektedir. Yaptığımız

çalışmada geliştirilen sistem ise düzlem yüzey taşlama yönteminin temel çalışma prensibinin değiştirilmesi ve yeni bir hareket mekanizması geliştirilmesi ile ilgilidir.

5.1.1. Sistem Tasarımı

Klasik düzlem yüzey taşlama işleminde daha öncede değinildiği gibi kendi ekseninde dönen bir taşlama taşının dönmesi ve taşın silindirik dış yüzeyi ile ve bazı durumlarda alın yüzeyi ile düzlem yüzeyler taşlanmaktadır. Burada taşın 1 (bir) yönde dönmesi ve buna bağlı olarak iş parçasının enine ve boyuna doğrusal hareketi ile taşlama işlemi gerçekleştirilmektedir (şekil 5.2).

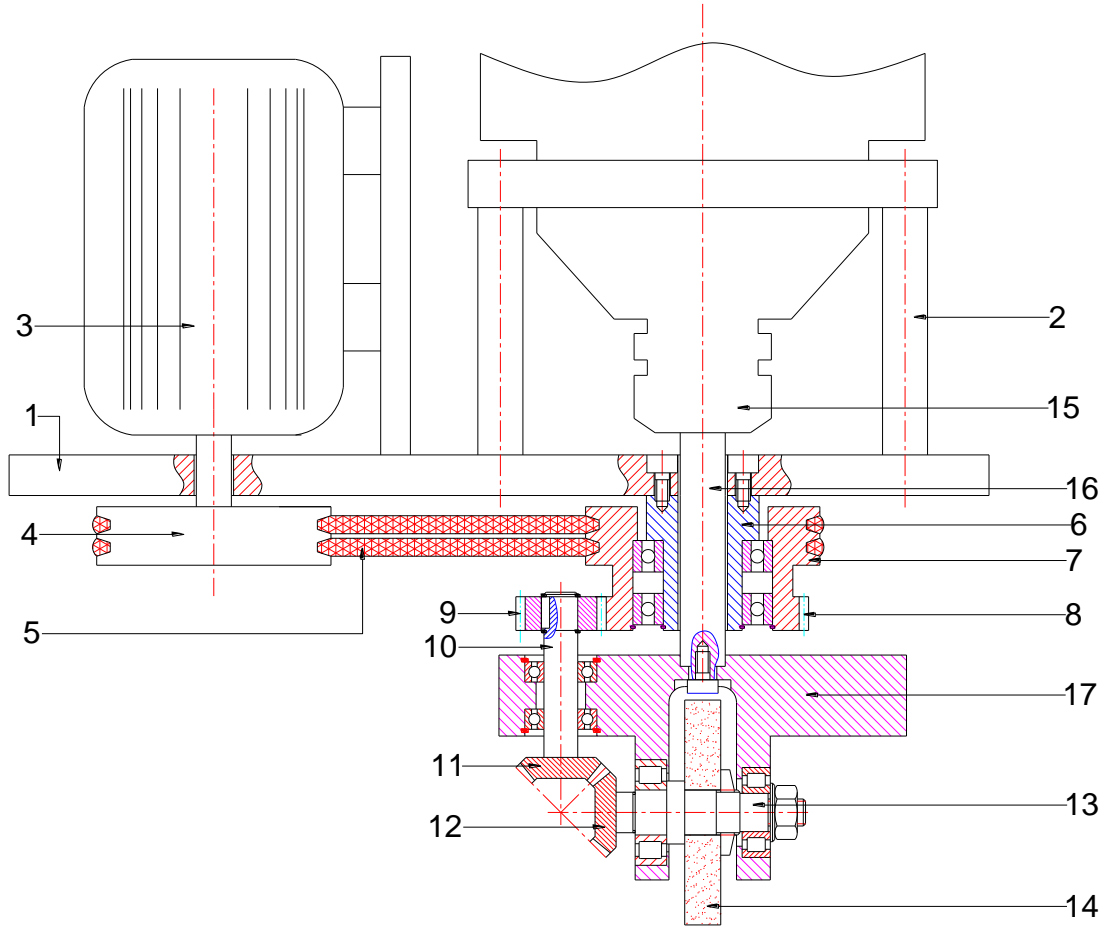


Şekil 5.2. Klasik düzlem yüzey taşlamada eksen hareketleri

Tasarlanan sistemde ise iş parçasının doğrusal hareketi ile birlikte taşlama taşının hem klasik anlayıştaki dönme hareketine ilave olarak taşın eksenine dik ve merkezinde dönme oluşturan ikinci bir eksen hareketi oluşturularak taşlama işlemi gerçekleştirilmektedir.

Sistem, 2 nolu bağlantı milleri ile fener mili dış yatağına monte edilmiştir.

Sistemin montajlı teknik resmi ise şekil 5.3'te ve demonte edilmiş resmi ise şekil 5.4'te verilmektedir.



1-Tabla

2-Bağlantı Milleri

3-Elektrik Motoru

4-Kasnak

5-Kayış

6-Ana yatak

7-Karşı Kasnak

8-Düz dişli

9-Pinyon Dişli

10-Ara Mil

11-Konik 1 dişli

12-Konik 2 dişli

13-Taş Mili

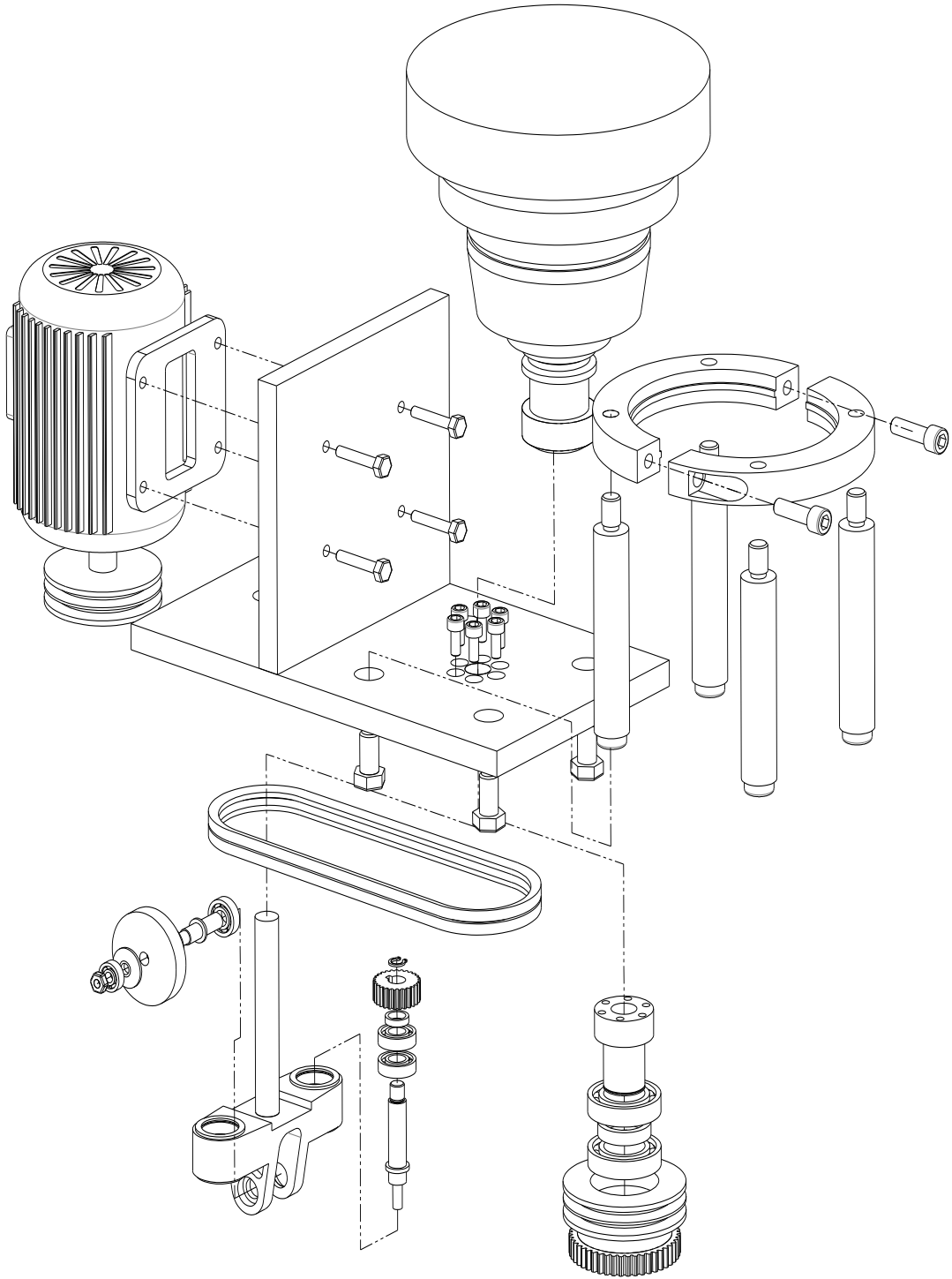
14-Taşlama Taşı

15-CNC veya Freze Tezgahı Fener Mili

16-Ana Mil

17-Taşlama Taşı Yatağı

Şekil 5.3. Mekanizmanın montajlı resmi



Şekil 5.4. Mekanizmanın demonte edilmiş hali

Mekanizma tasarımı yapılırken kayış, kasnak, rulman özellikleri aşağıda tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2. Kullanılan standart elemanlarla ilgili özellikler

Malzemenin adı	Montaj no	Özellikleri	
Kayış	5	SPZ TS 198 9.5x1125	
Motor	3	Güç	2HP 1.5KW
		Devir	2855 dev/dak
		Bağlantı	3 Faz
		Frekans	50 Hz
Kasnak	4	Ø100	
Kasnak	7	Ø104	
Pinyon düz dişli	9	Modül	2
		Diş sayısı	18 diş
Pinyon karşılık dişlisi	8	Modül	2
		Diş sayısı	46 diş
Konik dişliler 1	11	Modül	1.25
		Diş sayısı	20
Konik dişliler 2	12	Modül	1.25
		Diş sayısı	20

Taşın devir hesabı;

Motor devri 2855 dev/dak olduğundan, bu devir 4 nolu kasnağa aktarılır

Kasnak1 (4) / Kasnak2 (7)=100/104 olduğundan

$$\frac{\text{kasnak1 (4)devri}}{\text{kasnak2 (7)devri}} = \frac{\text{kasnak 2(7) çapı}}{\text{kasnak 1(4) çapı}} \quad (5.1)$$

Buradan;

$$\frac{2855}{\text{kasnak2 (7) devri}} = \frac{104}{100} \quad \text{ve buradan kasnak 2 (7) devri}=2745 \text{ dev/dak olarak}$$

hesaplanır.

Pinyon karşılık dişlisi (8) kasnak 2 (7) ye bağlı olduğundan;

Pinyon karşılık dişlisi (8) devri = Kasnak 2 (7) devri olur. Yani kasnak 2 (7) devri=2745 dev / dak olur.

Pinyon dişli (9) devri;

$$\frac{\text{Pinyon dişli (9) devri}}{\text{Pinyon karşılık dişlisi (8) devri}} = \frac{\text{Pinyon karşılık dişlisi (8) diş sayısı}}{\text{Pinyon dişli (9) diş sayısı}} \quad \text{buradan;}$$

$$\frac{\text{Pinyon dişli (9) devri}}{2745} = \frac{46}{18} \quad \text{olur.}$$

Böylece pinyon dişli (9) devri = 7015 dev/dak olarak bulunur.

Pinyon dişli hareketini konik dişli 1 (11) e ve buradan da konik dişli 2 (12) ye aktarır.

Konik dişli 1 (11) ve konik dişli 2 (12) arasında aktarım oranı=1/1 olduğundan

Konik dişli 1 (12) devri = 7015 dev/dak olur.

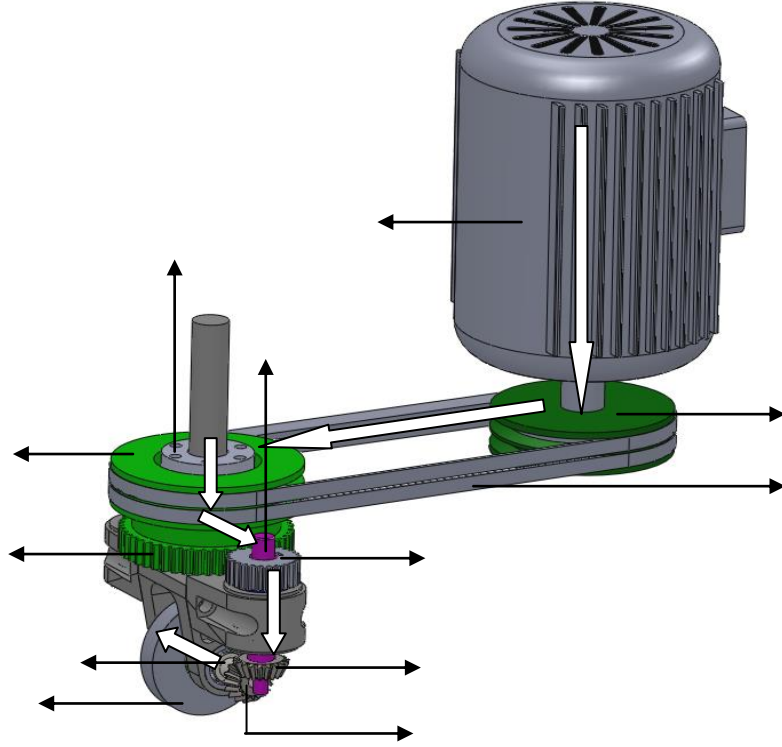
Konik dişli 2 (12) hareketini direkt olarak taşa verdiğiinden dolayı;

Taşın dönüş devri = 7015 dev/dak olarak hesaplanır.

Yukarıda verilen şekilde taşın (14) iki adet hareket yaptığı görülecektir.

Çevresel Dönme Hareketi (Birinci Dönme Hareketi);

Tabla (1) bağlantı milleri(2) ile CNC, freze vb tezgah fener millerine monte edilir. Tablaya (1) bağlı motor (3) vasıtası ile kasnak (4) döndürülür. Kasnağın (4) çevirdiği kayış (5) vasıtası ile karşı kasnak (7) döndürülür. Karşı kasnak (7) büyük düz dişliye (8) bağlıdır ve bunlar (7 ve 8) karşı kasnak (7) ve düz dişlinin (8) rulman ile monteli ana yatağa (6) bağlıdır ve bu yatak (6) tablaya (1) monte edilmiştir. Kayış(5) ile dönen karşı kasnak (7) ve buna bağlı olarak dönen düz dişli (8) pinyon dişliyi (9) çevirmektedir. Pinyon dişliye (9) bağlı olan ara mil (10) ile konik1 dişli (11) çevrilmektedir. Dönen konik 1 dişli (11) ile hareket 90 derece 1:1 oranında çevrilerek konik 2 dişlisini (12) çevirmekte ve konik 2 dişlisi (12) taş mili (13) ile taşlama taşını (14) taş mili (13) eksenini etrafında çevirmektedir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Çevresel dönme hareketi (Birinci dönme hareketi) aktarım şeması

Sistemimizde,

Motor devri 2855 dev/dak, (3 montaj nolu)

Taşlama taşı çapı 75 mm olduğundan

Formül 4.5 ten

$$n = \frac{1000.60.V}{\pi.D}$$

Çizelge 4.1'den V=28 m/dak (yumuşak çelikler (St37) için) seçilmiştir.

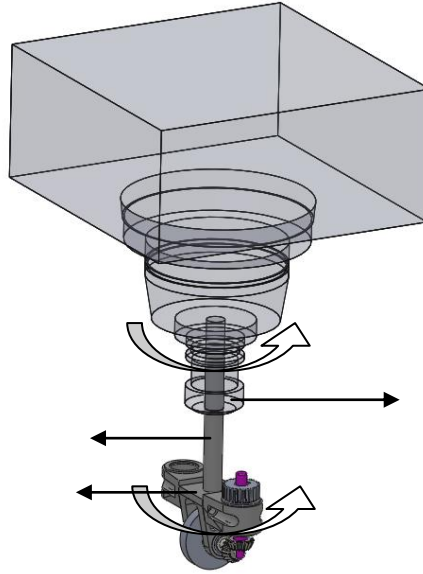
Buradan değerleri yerine koyduğumuzda

$$n = \frac{1000.60.28}{\pi.75}$$

n=7133 dev/dak bulunur. Bu devir sayısı sistemimizde 7015 dev/ dak sabit olarak sağlanmıştır.

Eksenel Dönme Hareketi (İkinci dönme hareketi);

CNC veya freze tezgahı fener miline (15) bağlı olan ana mil (16) ile ana mile (16) bağlı olan taşlama taşı yatağı (17) çevrilmektedir. Taşlama taşı yatağına (17) taş mili (13) ile rulmanla yataklanan taşlama taşı (14) ana mil (16) ekseninde dönmektedir (şekil 5.6)



Şekil 5.6. Eksenel dönme hareketi (ikinci dönme hareketi) aktarım şeması

Mekanizmada dönme fener mili dönme hareketini sağlayan yataklarda bilyeli rulman kullanılmış, taş hareketini sağlayan yataklarda ise makaralı rulman kullanılmıştır. Çevresel dönme hareketini (Birinci dönme hareketi) sağlayan yardımcı motor özellikleri tablo 5.2’de verilmiştir.

Günümüzde mevcut durumda taşlama taşları (14) taş mili (13) etrafında dönerek ve parça üzerinde talaş olarak taşlama işlemi yapmaktadırlar. Geliştirilen sistemde taşlama taşı hem bu dönme hareketini yapmakta, hem de fener milinden (15) aldığı dönme hareketini ana mil (16) vasıtası ile eksenel dönme hareketi (ikinci bir dönme hareketi) vererek taşlama işlemini gerçekleştirmektedir. Taşlama taşına (14) verilen bu ikinci dönme hareketi ile taşlama kalitesi vb. yukarıda sayılan faydalar elde edilmektedir.

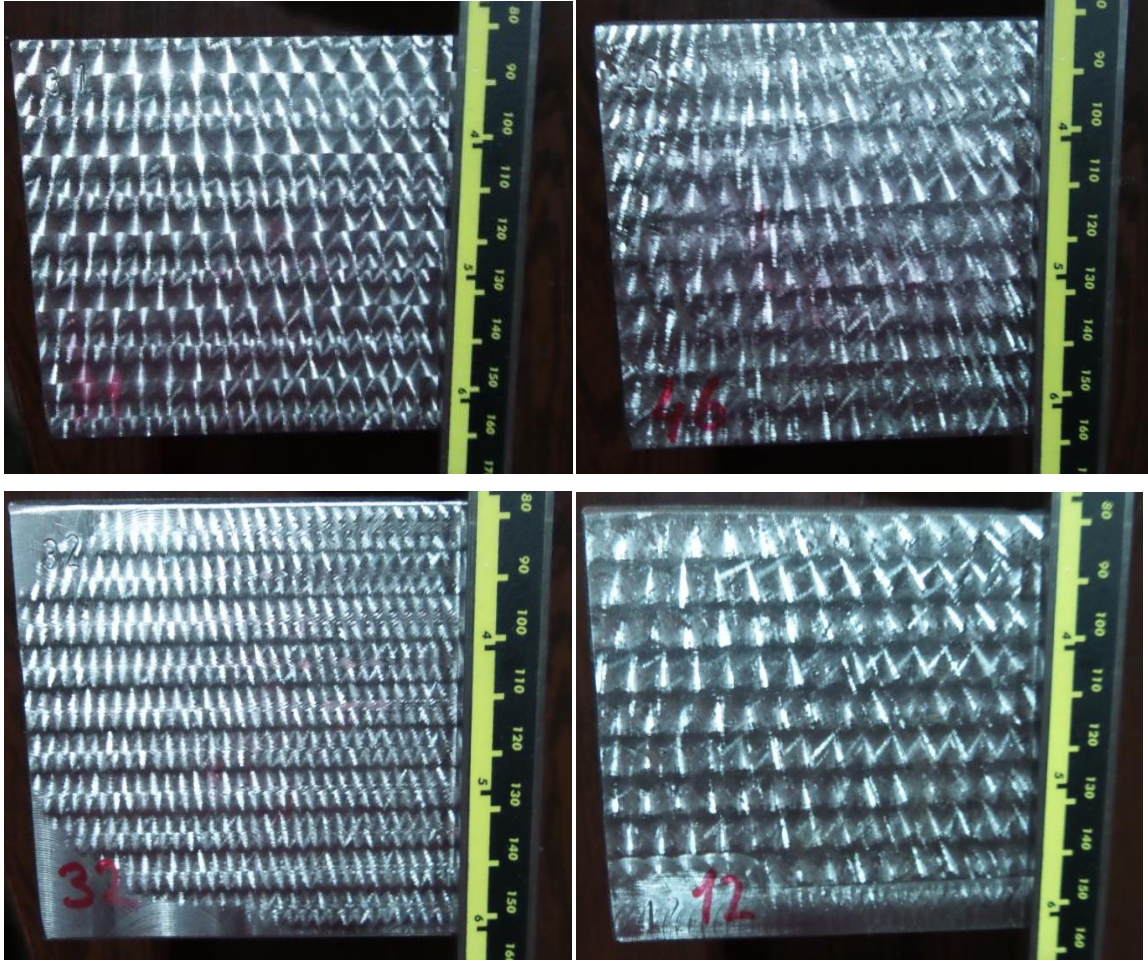
Düzlem yüzey taşlama işleminde genellikle önce düzlem yüzey frezeleme işlemi ile kaba bir talaş kaldırma işlemi yapılır; daha sonra istenilen ölçü ve yüzey kalitesine getirmek içinde düzlem yüzey taşlama işlemine tabi tutulurlar. Bu yöntemlerde büyük çaplara sahip taşlama taşları sabit bir devirde döndürülüp iş parçası ile yapmış olduğu bağlı

hareket sonucu talaş kaldırma işlemi yaparlar. Kullanılan bu büyük çaptaki taşlama taşlarının sökölüp takılması ve dengeye alınması çok dikkat isteyen işlemlerdir. Bu işlemlerde yapılacak çok küçük hatalar bile ölümlü sonuçlanabilecek büyük kazalara sebebiyet verebilir. Çünkü büyük çaplara sahip bu taşların yüksek devirlerde dönmesi esnasında oluşacak merkezkaç kuvveti de bu oranda büyük olacaktır. Bu durumdaki kesici takımın en küçük dengesizliği bahsedilen büyük kazalara sebep olacaktır. Mevcut sistemlerde parça kaba olarak boşaltıldıktan sonra sökölerek düzlem yüzey taşlama tezgâhına alınarak taşlama işlemi yapılmaktadır. Ayrıca bu işlemlerin yapılmasında, iki tezgâh kullanılmakta, iş parçasının sökölüp takılması işleme zamanını artırmakta ve buna bağlı olarak maliyetler artmaktadır.

Bu çalışmada, klasik düzlem yüzey taşlamada kullanılan taşlama taşı hareketine ilave olarak taşlama taşına, yeni modellenip tasarlanan bir sistem oluşturulmuştur. Oluşturulan bu sistemle klasik kendi eksenini etrafında dönen taşlama taşına ilaveten ayrı bir dönme hareketi sağlanmıştır. Elde edilen her iki dönme hareketine sahip yeni sistemle parçalar üzerinde taşlama işlemi yapılarak elde edilen yüzey pürüzlülükleri ölçülmüş ve klasik manadaki taşlama tekniği arasındaki fark ölçülmüştür. Sistemde değişik kesme parametreleri ile parçalar taşlanmış ve hem taş özelliklerinin ve hem işleme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğüne etkileri incelenmiştir. Sistemde KARBOSAN tarafından özel olarak imal edilen değişik sertlik ve dokudaki taşlar kullanılmıştır. Düzlem yüzey taşlama işlemlerinde yüzey pürüzlülük değerlerinin her yönde aynı olmadığı bilinmektedir. Oluşturulan yeni sistemde taşlanan parçaların her yönde yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılmıştır.

5.1.2. Numunelerin Seçimi

Bu deneysel çalışmada, iş parçası olarak, St37-2 özelliklerinde çelik parçalar kullanılmıştır. Bu malzemelerin KOSGEB malzeme laboratuvarında spektral analizi yaptırılmış ve malzemelerin kompozisyonu belirlenmiştir. Bu malzemeler, makine imalat sektöründe çok yaygın bir kullanım alanına sahip olmaları ve malzeme özelliklerinin (fiziksel, kimyasal, mekanik vb.) iyi biliniyor olmasından dolayı tercih edilmiştir. Numune parçaların ebatlarını gösteren taşlanmış resimleri şekil 5.7’de verilmektedir.



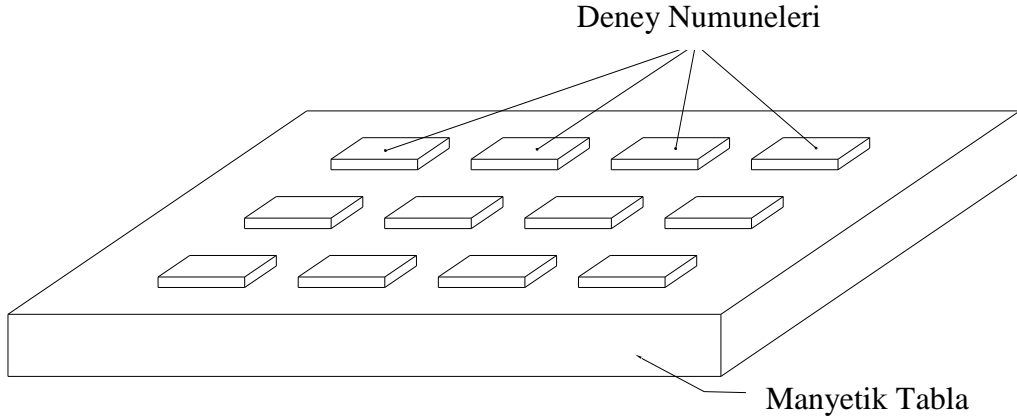
Şekil 5.7. Taşlanan numune parçası

Taşlama işlemi için St-37-2 kalitesinde 80x1000x10 mm (EnxBoyxKalınlık) ebatlarında deney numuneleri hazırlanmıştır. Kullanılan numunelerin analizi tablo 5.3'te verilmektedir.

Tablo 5.3. Deney numuneleri kimyasal analizi

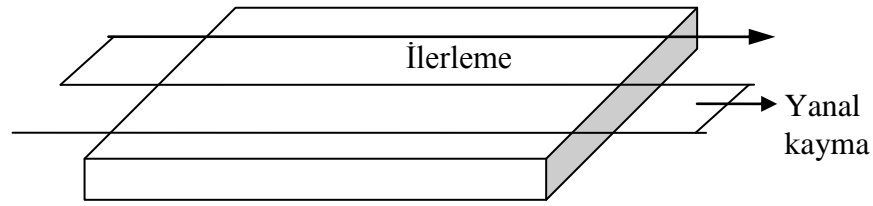
TS EN 10025:2:2006	DIN 17100 ALMANYA	%C	%Mn	% P	%S	%N	%CU
S235JR	ST 37-2	0,19	1,50	0,045	0,045	0,014	0,60

Hazırlanan deney parçaları manyetik tabla üzerine belirli aralıklarla dizilmiş ve her parça için ayrı ayrı kesme parametreleri ile taşlama yapılmıştır. Bu kesme parametreleri her bir taş için ayrı ayrı parçalarda tekrar uygulanmıştır (şekil 5.8).



Şekil 5.8. Numunelerin tablaya yerleşimi

Parçaların taşlama işleminde bor yağı kullanılmış, numuneler manyetik tablaya alınmıştır. Taşın hareketleri CNC tezgaha program aktarılarak zikzak hareketi ile yapılmıştır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. CNC tezgahta düzlem yüzey taşlama hareket şekli

5.1.3. Talaş Derinliği

Taşlamada kesme derinliği, taşı oluşturan aşındırıcı tane büyüklüğü ile ilgilidir. Aktif yüzeyde, tanenin en az yarısının taş gövdesinde olduğu düşünülürse, diğer yarısı kesmeye hazır uç olarak düşünülür. Bu ise normal taşlama işlemlerinde en büyük kesme derinliğini ifade eder. Bu çalışmada 36, 46 ve 60 taneli taşlar seçilmiştir. Bunların tane büyüklükleri tablo 5.4'te verilmiştir.

Malzeme sertliğine göre verilecek en büyük talaş miktarı değişkendir. Taşlama işlemi genellikle son işlem olarak kullanıldığı için, mümkün olduğu ölçüde kesme derinliği az seçilmeli ve üst sınır zorlanmamalıdır. Bu çalışmada 0,01 mm, 0,02 mm, 0,03 mm kesme derinlikleri seçilmiştir.

Tablo 5.4. Denede kullanılan taşların tane büyüklükleri [53]

Tane Büyüklüğü	Max. talaş kaldırma kapasitesi (Tane büyüklüğünün yarısı)
25.4 / 36 = 0.705 mm	0.705 / 2 = 0.352 mm
25.4 / 46 = 0.552mm	0.552 / 2 = 0.276 mm
25.4 / 60 = 0.423 mm	0.423 / 2 = 0.211 mm

Sistemde kullanılan tüm bu sakıncaları önlemek, sistem yükünü azaltmak, bileme ve dengeleme işlemlerini önlemek ve titreşim sorunlarını minimuma indirmek amacıyla küçük çaplı taşlama taşları seçilmiştir. Kullanılan taşlama taşının çapı 75 mm, genişliği 16 mm olup delik çapı 20 mm olarak imal edilmiştir. Taşlama taşı olarak KARBOSAN markalı 5 çeşit taş seçilmiş olup, bu taşlar özel olarak imal ettirilmiştir. Taş özellikleri tablo 5.5'te verilmektedir.

Tablo 5.5. Kullanılan taşlama taşı özellikleri

Taşın çapı	Taşın delikçapı	Taşın genişliği		
75 mm	20 mm	16 mm		
Aşındırıcı madde	Tane büyüklüğü	Sertlik	Dokusu	Bağlayıcı
NK	36	P	5	V
NK	46	O	5	V
NK	60	N	5	V
EKR	46	K	6	V
EKR	60	K	6	V

Bu çaplarda taşların bu özelliklerde üretiliyor olması nedeniyle tablo 5.5'te gösterilen taş cinsleri seçilmiştir. Taşların tabloda gösterilişi yukarıdan aşağıya bağlayıcı elemanın özelliğine göre en sert taştan en yumuşak taşa göre sıralanmıştır. Buna göre en üstteki NK36P5V cinsi taş ile en yumuşak malzeme işlenmekte, en son sıradaki EKR60K6V cinsi taş ile de tablodaki diğer taşlara göre en sert malzeme türü işlenebilmektedir.

Deney numuneleri işlenirken yanal kayma miktarı olarak taş genişliğinin $\frac{1}{4}$ 'ü ve $\frac{1}{2}$ 'si alınarak işleme yapılmıştır. Taş genişliği 16 mm olduğundan yanal kayma miktarı 4 mm ve 8 mm olarak seçilmiştir.

5.1.4. İlerleme Değeri

İlerleme; taşlama taşının iş parçası üzerinde doğrusal (lineer) olarak dakikada mm cinsinden aldığı yol olarak tanımlanmaktadır. İş parçası olarak St 37-2 çeliği işlenmiştir. Tablo 4.1’de bu malzeme için (yumuşak çelikler) ilerleme değeri 0.16-0.3 mm/san olarak verilmektedir. Bu değer mm/dak cinsine çevrildiğinde 375-200 mm/dak olarak hesaplanmaktadır. Taşın iş parçası üzerinde boyuna ilerleme değeri olarak sistemde parametre olarak 300 mm/dak seçilmiştir. Bu değer belirtilen aralıklar içerisindeydir.

5.1.5. Ölçüm ve Değerlendirme

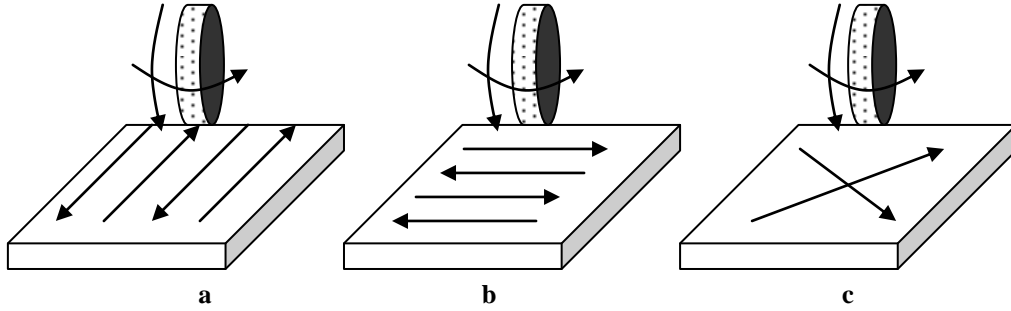
Deneyler sonucunda elde edilen yüzeyler, SJ- 210 MITUTOYO marka elmas uçlu yüzey pürüzlülük cihazı ile ölçülerek pürüzlülüğün taşlama parametrelerine göre değişimi değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülük cihazı ile ilgili teknik özellikler Tablo 5.6’da verilmiştir.

Tablo 5.6. Yüzey pürüzlülük ölçüm cihazının teknik özellikleri

MODEL	SJ- 210 (MITUTOYO)
Program Versiyonu	V.1.008
Ölçme Yöntemi	İzleyici Uçlu (Stylus) Cihazlar Yöntemi
Tarama Hızı	0,5 mm/sn (ölçme yaparken) 1 mm/sn (geri dönerken)
Standart	ISO 1997
Uç malzemesi	Elmas
Profil	R
Ölçme Sıcaklığı	20°C ± 1 °C
Parametre	2
Filtre	GAUSS
λc	0,8 mm
λs	2.5
N	8
Değerlendirme Uzunluğu (aralık)	Auto
İzleyici Uç Yarıçapı	5µm
Maksimum pürüzlülük	Ry (µm)

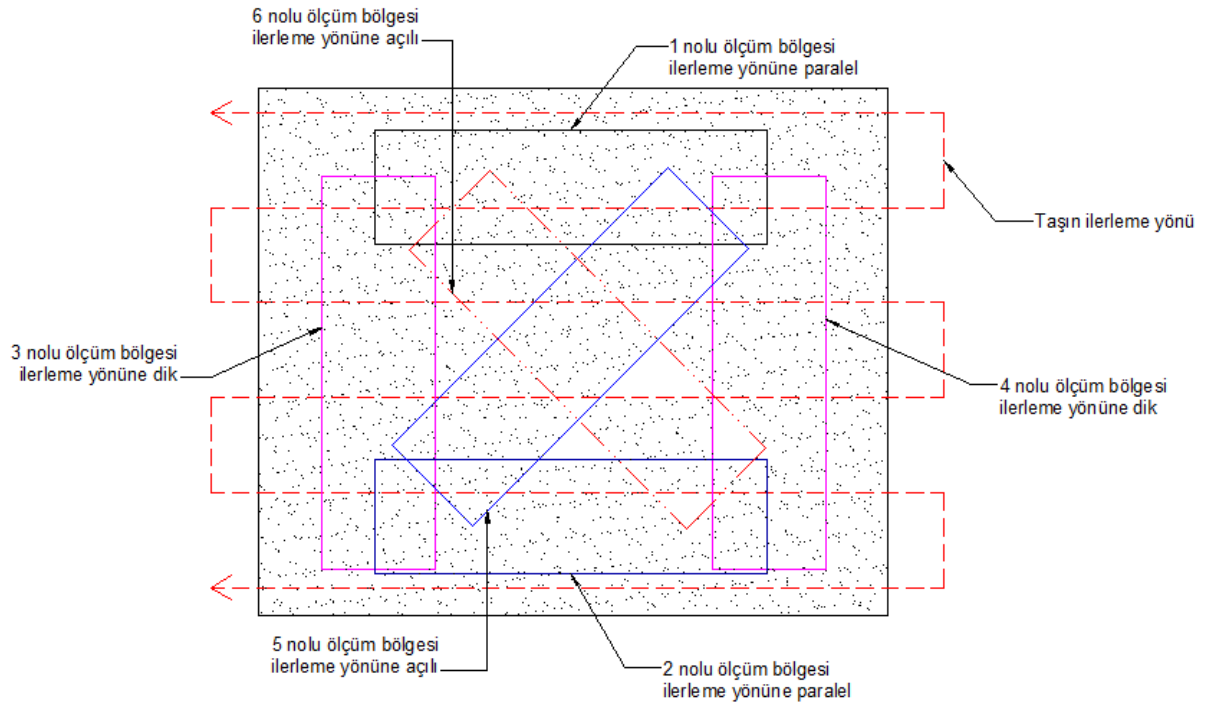
Yüzey pürüzlülük değerlerinin alınmasında tabla ilerleme hareketi yönünde (a yönü), taşın ilerleme yönüne dik yönde (b yönü) ve a ve b yönüne 45 derecelik açı yapan

çapraz yönde (c yönü) değerler alınmış ve her yönde dört farklı bölgeden değerler alınmıştır (şekil 5.10).



Şekil 5.10. Deney numuneleri yüzey pürüzlülük sonuçlarının alınma yönleri

Ölçüm sonuçlarının her bölgeden alınabilmesi için numunelerin farklı bölgelerinden 6 ayrı yüzey pürüzlülük alanı oluşturulmuştur. Her bölgenin şekil 5.11’de gösterildiği gibi ölçüm cihazı okuyucu uç hareket yönü o yönde okuma yapacak yönde hareket verilerek değerlerin ölçümü yapılmıştır. Her ölçüm bölgesinde 4 ayrı ölçüm alınıp bunların aritmetik ortalaması o bölgenin yüzey pürüzlülük Ra değeri olarak kaydedilmiştir.



Şekil 5.11. Yüzey pürüzlülük değerlerinin numune üzerinden alınma yönleri ve bölgeleri

Tüm bu parametrelerle ilgili yukarıda detaylı izahları verilen bilgilerin toplamı olarak;

Deneyle için 5 ayrı taşlama taşı seçilmiştir.

Taşlama taşı iki ayrı dönme hareketine sahiptir. Bunlar taşın kendi eksenini etrafında olan radyal dönme hareketidir. Bu hareket çevresel dönme hareketi olarak tanımlanmıştır. Diğer hareket ise taşın takıldığı fener mili dönme hareketidir. Bu hareket ise aksel dönme hareketi olarak tespit edilmiştir. Deneylede çevresel dönme hareketi 7015 dev/dak olarak verilmektedir. Taşın aksel dönme hareketi olan fener mili devri olarak ise 80 dev/dak, 160 dev/dak ve 240 dev/dak olarak seçilmiştir.

İş parçasının doğrusal ilerleme değeri olarak 300 mm/dak seçilmiştir.

Talaş derinliği olarak 3 ayrı derinlik verilmiştir. Bunlar 0.01 mm, 0.02 mm ve 0.03 mm olarak seçilmiştir.

Her parçada 6 ayrı Ra ölçüm bölgesi ve her bölge de ise 4 farklı ölçüm değeri ölçülmüş ve bu değerler aritmetik ortalama olarak her bölgenin değeri olarak tespit edilmiştir.

Numene işleme kesme hızı $V=28$ m/dak olarak seçilmiş ve buna bağlı olarak 7015 dev/dak taş devri sistemde sağlanmıştır.

Yanal kayma olarak taşlama taşı genişliği olan 16 mm değerinin $\frac{1}{4}$ ü=4 mm ve taşlama taşı genişliği olan 16 mm değerinin $\frac{1}{2}$ isi=8 mm seçilmiştir.

Yukarıda sıralanan tüm parametrelerin tablolştırılmış hali tablo 5.7'de gösterilmektedir.

Tablo 5.7. Tüm deneylede kullanılan parametreler

Parametre Cinsi	Parametre Değeri			
Kullanılan Taş Cinsleri	T1	NK60N5V		
	T2	EKR60K6V		
	T3	NK46O5V		
	T4	EKR46K6V		
	T5	NK36P5V		
Taş Hareketleri	Çevresel Dönme	Eksenel Dönme		
	7015 dev/dak	80 dev/dak	160 dev/dak	240 dev/dak
İlerleme Tabla	300 mm/dak			
Talaş Derinliği	a=0,01 mm			
	a=0,02 mm			
	a=0,03 mm			

Ölçüm Bölgesi Sayısı	6
Kesme Hızı	28 m/dak

Tüm bu parametreler her taşlama taşı için tablo 5.8’de örnek olacak şekilde boş olarak gösterilmektedir.

Tablo 5.8. Her taş için yüzey pürüzlülüğü ölçüm parametre listesi

Taş Cinsi	Yanal kayma Miktarı (mm)	Talaş Derinliği (mm)	Fener mili devri (dev/dak)	Ölçüm Değeri 1. bölge ortalama Ra değeri	Ölçüm Değeri 2. bölge ortalama Ra değeri	Ölçüm Değeri 3. bölge ortalama Ra değeri	Ölçüm Değeri 4. bölge ortalama Ra değeri	Ölçüm Değeri 5. bölge ortalama Ra değeri	Ölçüm Değeri 6. bölge ortalama Ra değeri	Aritmetik tüm bölgeler genel ortalama	
Taş Cinsi 1 NK 36 P5V	4	0.01	80								
			160								
			240								
		0.02	80								
			160								
			240								
		0.03	80								
			160								
			240								
	8	0.01	80								
			160								
			240								
		0.02	80								
			160								
			240								
		0.03	80								
			160								
			240								

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

6.1. Sistemin Klasik Yöntem İle Kıyaslanması

Klasik sistemdeki düzlem yüzey taşlama sisteminde yukarıda da bahsi edildiği üzere taşın radyal olarak kendi eksenini etrafında dönmeye bağlı ve iş parçasının doğrusal hareketi sonucu taşlama işleminin yapıldığı bilinmektedir. Çalışmamızda mevcut yeni yöntem ile günümüzdeki sistem arasında gerek talaş modeli ve kesme kuvvetleri gerekse elde edilen yüzey pürüzlülüğü sonuçları arasında kıyaslanmanın yapılması zorunludur. Geliştirilen sistemimiz aynı zamanda klasik manada düzlem yüzey taşlama işlemi yapabilecek şekilde de tasarlanmıştır.

Sistemimizle yapılan klasik yöntem düzlem yüzey taşlama yönteminde devir sayısı ve ilerleme değerleri yeni yöntemdeki değerlerle aynı tutulmuştur. Bununla ilgili değerler tablo 6.1’de verilmektedir.

Tablo 6.1. Klasik yöntemle taşlama işleminde kesme parametreleri

Taşın Devir Sayısı 7015 dev/dak			
Yanal Kayma 4 mm		Yanal Kayma 8 mm	
Doğrusal ilerleme değeri	300-750-1500 mm/dak	Doğrusal ilerleme değeri	300-750-1500 mm/dak
Kesme Hızı	28 m/dak	Kesme Hızı	28 m/dak
Talaş Derinliği	0,02 mm	Talaş Derinliği	0,02 mm

Klasik yöntemdeki taşlama yönteminde kullanılan taş cinsi olarak bu kıyaslama için tek bir taş kullanılmış olup bu taş KARBOSAN Ltd.Şti. tarafından özel olarak imal edilmiştir. Bu taşlama taşı ile ilgili parametreler de tablo 6.2’de verilmektedir.

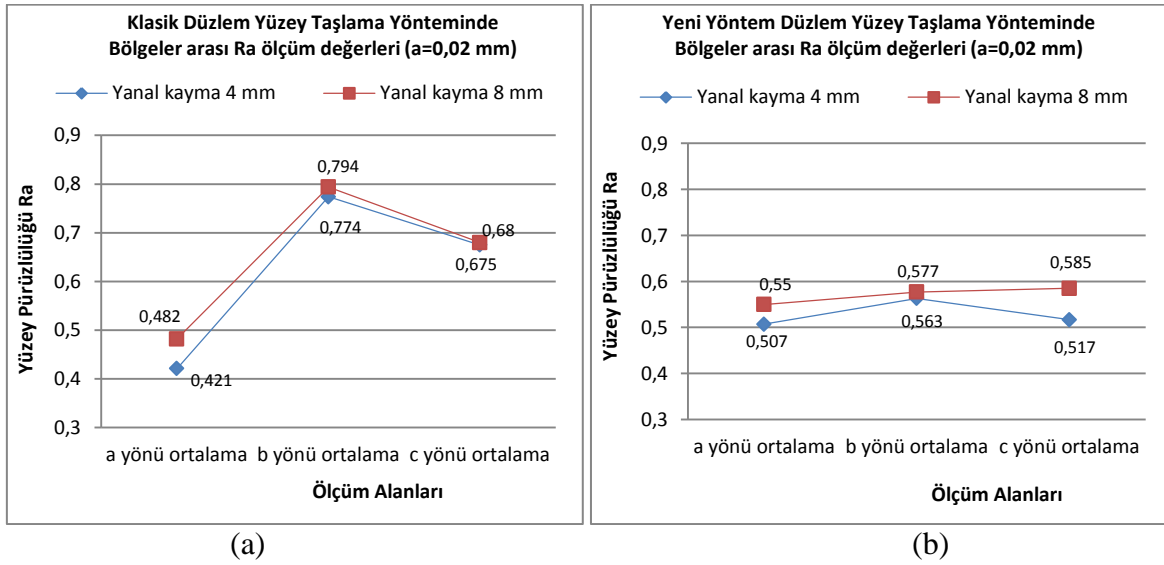
Tablo 6.2. Kıyaslama için kullanılan taşlama taşı parametreleri

Taşın Çapı	Taşın Delik Çapı	Taşın Genişliği		
75 mm	20 mm	16 mm		
Aşındırıcı madde	Tane Büyüklüğü	Sertlik	Dokusu	Bağlayıcı
NK	60	N	5	V

Taşılama işlemi için klasik yöntemde de yukarıda tablo 5.3'te gösterilen ebat ve özellikte St 37-2 malzeme kullanılmış ve işin bağlama şekli de şekil 5.8'de ki gibi oluşturulmuştur.

Aynı şekilde Ra yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçülmesinde yeni yöntemdeki ölçüme benzer şekilde yüzey pürüzlülükleri ölçüm yöntemleri (şekil 5.10) ve ölçüm şekilleri (şekil 5.11) kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

Yapılan ölçümlerde klasik taşılama yönteminde elde edilen bölgeler arası Yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerleri ile yeni taşılama yöntemindeki elde edilen bölgeler arası yüzey pürüzlülüğü (Ra) değerlerinin arasındaki ilişki şekil 6.1'de verilmektedir.



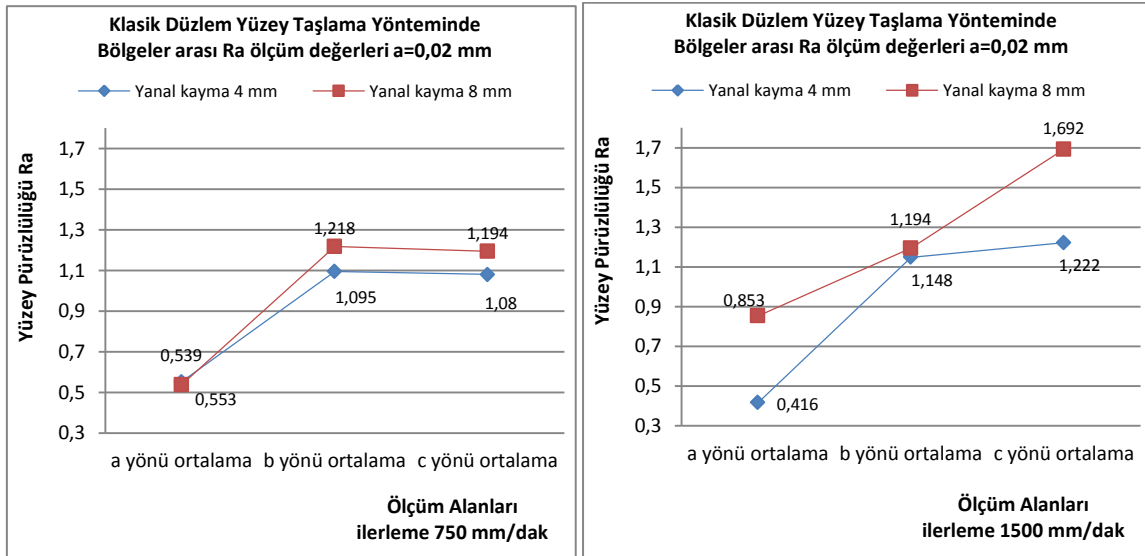
Şekil 6.1. (a) Klasik yöntemde bölgelerin Ra değeri (b) Yeni yöntemde bölgelerin Ra değeri

Yukarıdaki şekilde a yönü ortalama, taşılama taşının ilerleme eksenine paralel olarak hareket ettiği yönde alınmış 4 adet Ra ölçüm değerinin ortalama değeridir. Her iki yöntemde de tablo 6.1'deki kesme parametreleri değerleri kullanılmıştır. Şekil 6.1 a'da klasik yöntemde a yönünde düşük Ra değerleri elde edildiği görülmektedir. Bunun nedeni taşın tek dönme hareketini nedeniyle iş parçası üzerinde ilerleme boyunca taşın üzerindeki forma uygun bir yüzey oluşturmasıdır. İşlenen parça üzerinden ölçüm yapılırken bu yönde ölçüm yapılmasından dolayı aynı yüzey izi üzerinden ölçüm alınmakta ve bunun sonucu olarak oldukça düşük Ra değeri çıkmaktadır. Ancak b yönü ki bu yön taşın ilerlemesine dik yöndür ve c yönünde ise ki bu yönde taşın ilerleme yönüne çapraz yöndür, Ra değerinin a yönüne oranla daha yüksek değerlerinin olduğu görülmektedir. Klasik yönde bölgeler arası Ra farkları kaçınılmaz bir şekilde karşımıza çıkmaktadır.

Geliştirdiğimiz yönteme bakıldığında (şekil 6.1 b) taşın ekstenel hareketi olan fener mili eksenini etrafında dönüşüne bağlı olarak a yönü, b yönü ve c yönlerinin tamamında hemen hemen birbirine eşit diyebileceğimiz Ra değerleri ölçülmüştür. Bu; taşın bu ikinci hareketine bağımlı olarak oluşmaktadır. Yöntemimizde taşın ikinci hareketine bağlı olarak taşın kendi kendini bileme ya da eşit oranda aşınma durumundan dolayı zamana bağlı taş aşınmalarından dolayı bileme ihtiyacı oluşmamaktadır. Bu nedenle taşlamanın başlangıcından bitimine kadar klasik yöntemdekine benzer form değişiklikleri oluşmamaktadır.

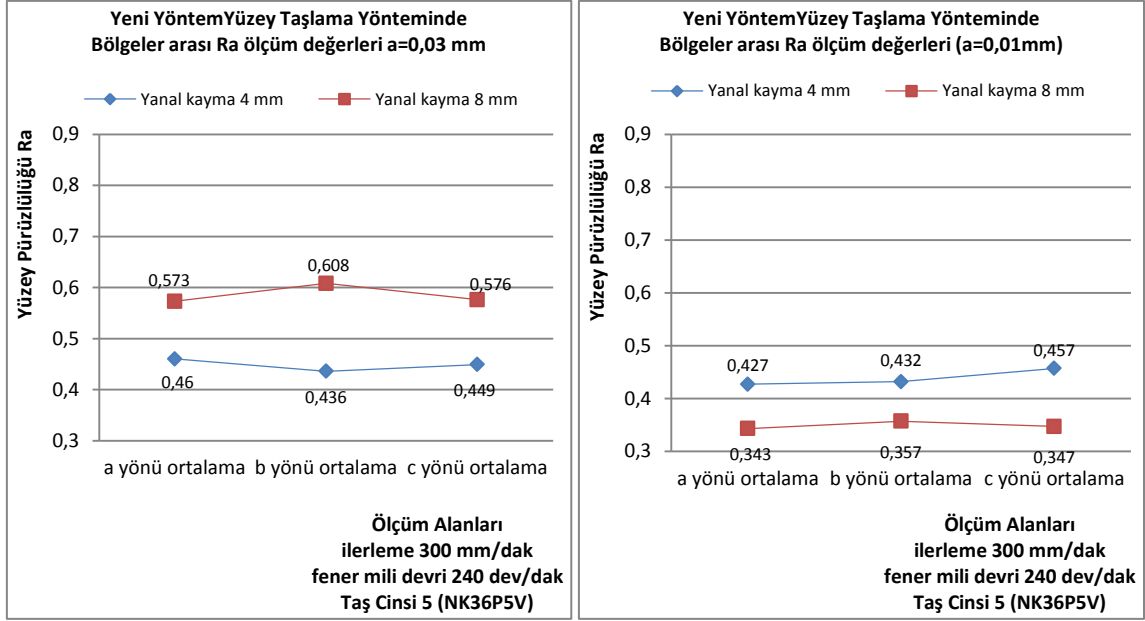
Bölgeler arası Ra değerleri farklılıkları klasik yöntemde (şekil 6.1 a) yanal kayma değerlerinin her ikisinde de aynı eğilimi vermesine karşılık geliştirilen yöntemde ise (şekil 6.1. b) her iki yanal kayma değerlerinde de bölgeler arası Ra değerleri birbirine yakın Ra değerleri elde edilmektedir.

Klasik yöntemde yaptığımız değişik ilerleme değerlerinde de yukarıdaki şekil 6.1'dekine benzer şekilde bir grafik elde edilmektedir (şekil 6.2).



Şekil 6.2. Klasik yöntemde değişik parametrelerde bölgeler arası Ra farkları

Yine aynı şekilde yukarıdaki nedenler çerçevesinde yeni yöntemde değişik kesme parametrelerinde ve taş cinslerinde de şekil 6.1 a'dakine benzer şekilde bölgeler arası Ra farklılıkları görülmemekte, birbirine çok yakın Ra değerleri elde edilmektedir (şekil 6.3).



Şekil 6.3. Yeni taşlama yönteminde değişik parametrelerde bölgeler arası Ra farkları

Klasik yöntemdeki düzlem yüzey taşlama metodu ile yapılan taşlama işlemleri sonrası elde edilmesi gereken yüzey kalitesi (pürüzlülüğü) değerleri tablo 6.3'te verilmiştir.

Tablo 6.3. Yüzey pürüzlülüğü tablosu

Merkezi Değerler μm	Ra (μm)	N	$N_{-25\% \mu m}^{+50\% \mu m}$	Proses	Aralık (N)	Merkezi Değerler Ra
0,5	0,12 5	-	-- --	Düz ve silindirik lepleme, süper finiş	N1- N4	0,025-0,2
1	0,25	N1	0,02 den 0,04	Elmas uçlu tornalama	N1- N6	0,25-0,8
2	0,05	N2	0,04 den 0,08	Düz ve silindirik taşlama	N1- N8	0,25-3,2
4	0,1	N3	0,08 den 0,15	Polisaj (Parlatma)	N4- N8	0,1-3,2
8	0,2	N4	0,15 den 0,3	Alın ve silindirik tornalama, frezeleme, raybalama	N5- N12	0,4-50,0
16	0,4	N5	0,3 den 0,6	Matkapla delme	N7- N10	1,6-12,5
32	0,8	N6	0,6 dan 1,2	Planyalama, yatay frezeleme	N6- N12	0,8-50,0
63	1,6	N7	1,2 den 2,4	Kuma döküm ve dövme	N10- N11	12,5-25,0
125	3,2	N8	2,4 ten 4,8	Ekstrüzyon, soğuk haddeleme, tel çekme	N6- N8	0,8-3,2
250	6,3	N9	4,8 den 9,6	Kalıba döküm	N6- N7	0,8-1,6

Yeni yöntemle işlenen tüm parçalarda yukarıda verilen tabloda belirtilen silindirik ve düzlem yüzey taşlama Ra değerleri yakalanmış ve klasik yöntemde elde edilen Ra değerlerinden bazı durumlarda çok daha iyi sonuçlar alınmıştır. Dolayısıyla geliştirdiğimiz sistem ile taşlama işlemi klasik durumdaki işlevi görmekte, hatta bazı durumlarda daha da iyi sonuçlar elde edilmektedir. İleriki konularda bu durum daha detaylı incelenecektir.

6.2. Sistemin Farklı Kesme Parametrelerinin Ra Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin İncelenmesi

Yapılan tüm deneylerden elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin farklı taş cinsleri, talaş derinliği, yanal kayma miktarı ve fener mili devirlerine bağlı olarak toplu olarak gösterimi tablo 6.4'te gösterilmektedir. Tüm bunların yeni yöntemde değişik parametreler

Tablo 6.4. Deneyler sonucu elde edilen Ra yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri ve işleme parametreleri

PARÇA ÖLÇÜM DEĞERLERİ Ra														
Taş boyuna ilerlemesi F=300 mm/dak tüm işlemlerde														
taş cinsi	yanal kayma (B) mm	talaş derinliği (a)	fener mili devri (n) dev/dak	parça no	1	2	3	4	5	6	Ortalama 1 ve 2	Ortalama 3 ve 4	Ortalama 5 ve 6	Genel Ortalama
taş cinsi 1 NK60N5V	4	0,01	80	1	0,609	0,566	0,615	0,614	0,621	0,636	0,588	0,615	0,629	0,61
			160	2	0,503	0,461	0,491	0,488	0,424	0,513	0,482	0,490	0,519	0,497
			240	3	0,434	0,454	0,442	0,419	0,472	0,464	0,444	0,431	0,468	0,448
		0,02	80	OO9	0,662	0,639	0,720	0,735	0,660	0,635	0,651	0,728	0,648	0,675
			160	OO8	0,616	0,653	0,665	0,630	0,661	0,691	0,635	0,648	0,676	0,653
			240	OO7	0,503	0,510	0,557	0,569	0,503	0,530	0,507	0,563	0,517	0,529
		0,03	80	4	0,63	0,587	0,636	0,635	0,642	0,657	0,609	0,636	0,650	0,631
			160	5	0,565	0,524	0,521	0,574	0,555	0,600	0,545	0,548	0,578	0,557
			240	6	0,523	0,541	0,609	0,543	0,526	0,548	0,532	0,576	0,537	0,548
	8	0,01	80	10	0,623	0,634	0,583	0,611	0,628	0,641	0,629	0,597	0,635	0,620
			160	11	0,542	0,460	0,508	0,481	0,467	0,480	0,501	0,495	0,474	0,490
			240	12	0,457	0,442	0,493	0,454	0,477	0,402	0,450	0,474	0,440	0,454
		0,02	80	O12	0,555	0,564	0,712	0,637	0,661	0,662	0,56	0,675	0,662	0,632
			160	O11	0,533	0,579	0,602	0,592	0,588	0,562	0,556	0,597	0,575	0,576
			240	O10	0,542	0,557	0,552	0,601	0,580	0,590	0,550	0,577	0,585	0,570
0,03	80	13	0,700	0,733	0,794	0,676	0,709	0,742	0,717	0,735	0,726	0,726		
	160	14	0,685	0,633	0,625	0,697	0,669	0,675	0,659	0,661	0,672	0,664		
	240	15	0,540	0,580	0,542	0,523	0,521	0,573	0,560	0,533	0,547	0,547		
taş cinsi 2 EK60K6V	4	0,01	80	19	0,779	0,756	0,815	0,802	0,702	0,770	0,768	0,809	0,736	0,771
			160	20	0,702	0,678	0,712	0,683	0,667	0,699	0,690	0,698	0,683	0,690
			240	21	0,601	0,633	0,763	0,644	0,612	0,622	0,617	0,654	0,617	0,629
		0,02	80	O13	0,802	0,795	0,775	0,816	0,823	0,835	0,799	0,796	0,829	0,808
			160	O14	0,753	0,732	0,776	0,713	0,777	0,769	0,743	0,745	0,773	0,753
			240	O15	0,686	0,667	0,683	0,665	0,702	0,715	0,677	0,674	0,709	0,686
	0,03	80	22	1,01	0,987	1,125	1,033	0,933	1,001	0,999	1,04	0,967	1,002	
		160	23	0,732	0,870	0,750	0,788	0,735	0,756	0,801	0,769	0,746	0,772	
		240	24	0,678	0,701	0,687	0,670	0,695	0,698	0,690	0,679	0,697	0,688	
	8	0,01	80	28	0,652	0,644	0,637	0,658	0,688	0,669	0,648	0,648	0,679	0,658

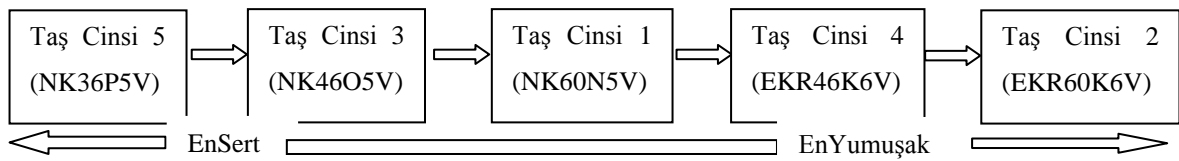
6.2.1. Fener Mil Devri İle Yüzey Pürüzlülüğü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Geliştirilen sistemde elde edilen ikinci dönme hareketi olan fener mili dönme hareketi ile yüzey pürüzlülüğü arasında mevcut yüzey pürüzlülük durumunun incelenmesi değişik parametreler göz önüne alınarak incelenmelidir. Bunlar farklı talaş derinliklerindeki etki, farklı yanal kayma miktarlarındaki etki ve farklı taş cinsleri dolayısıyla farklı taş sertliklerindeki etkinin incelenmesi başlıklarıdır. Sistemde 3 farklı fener mili devri kullanılmış olup bu değerler 80 dev/dak, 160 dev/dak ve 240 dev/dak şeklindedir.

6.2.1.1. Farklı Talaş Derinliklerindeki Etki

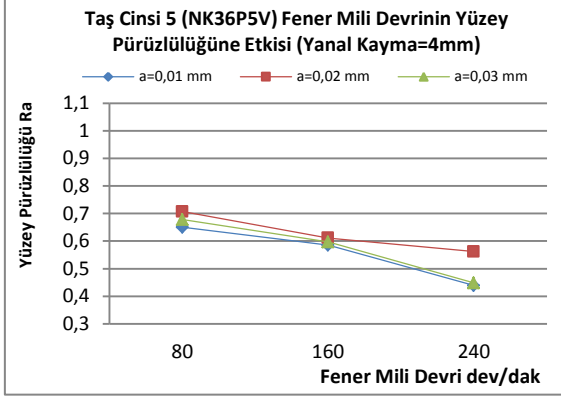
Sistemin, fener mili devrinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenirken farklı talaş derinlikleri denenmiştir. Sistemimizde 3 farklı talaş derinliği kullanılmış, her talaş derinliği ayrı taş cinslerinde ve ayrı yanal kayma değerlerinde işlenen parçaların yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri ölçülerek grafikler elde edilmiştir.

Öncelikle taş cinsleri sertlik derecelerine göre en sert taş cinsinden en yumuşak taş cinsine göre sıralanarak grafikler oluşturulmuştur. Burada taş cinsleri grafikleri en sert taş cinsinden en yumuşak taşa sıralanmıştır. Sistemde daha öncede belirtildiği üzere sertlik sıralaması şekil 6.4'teki gibidir.

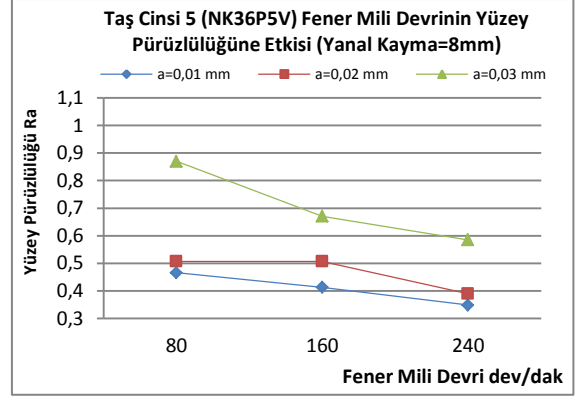


Şekil 6.4. Kullanılan taş cinsleri ve sertlik durumları

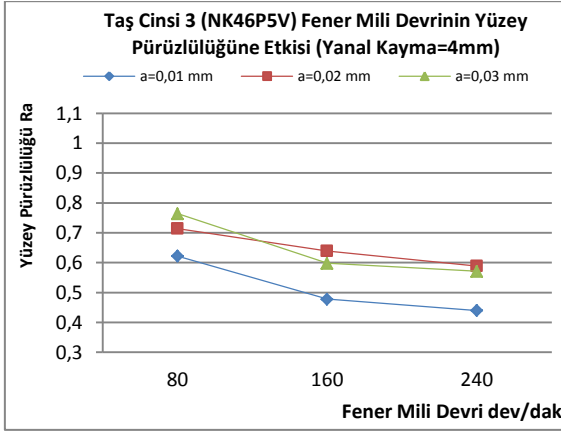
Sistemimizde tüm taş cinslerine ait tüm grafikler şekil 6.5'te gösterilmektedir.



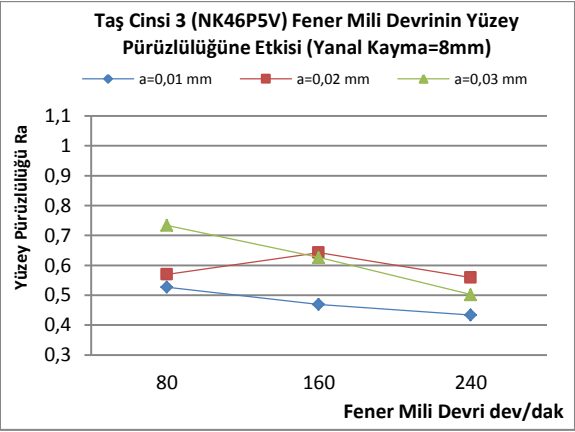
(a)



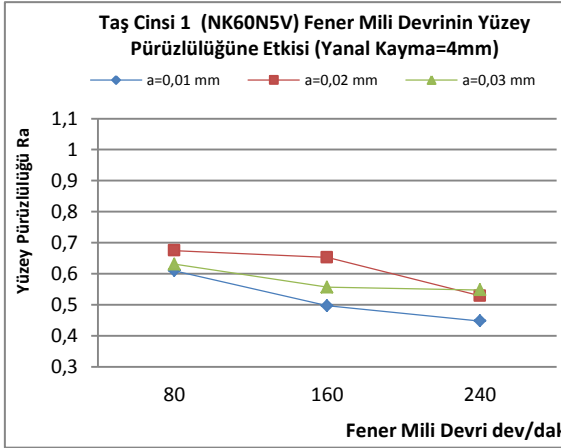
(b)



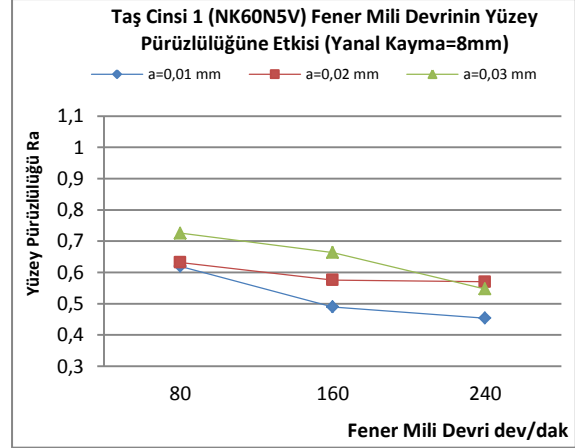
(c)



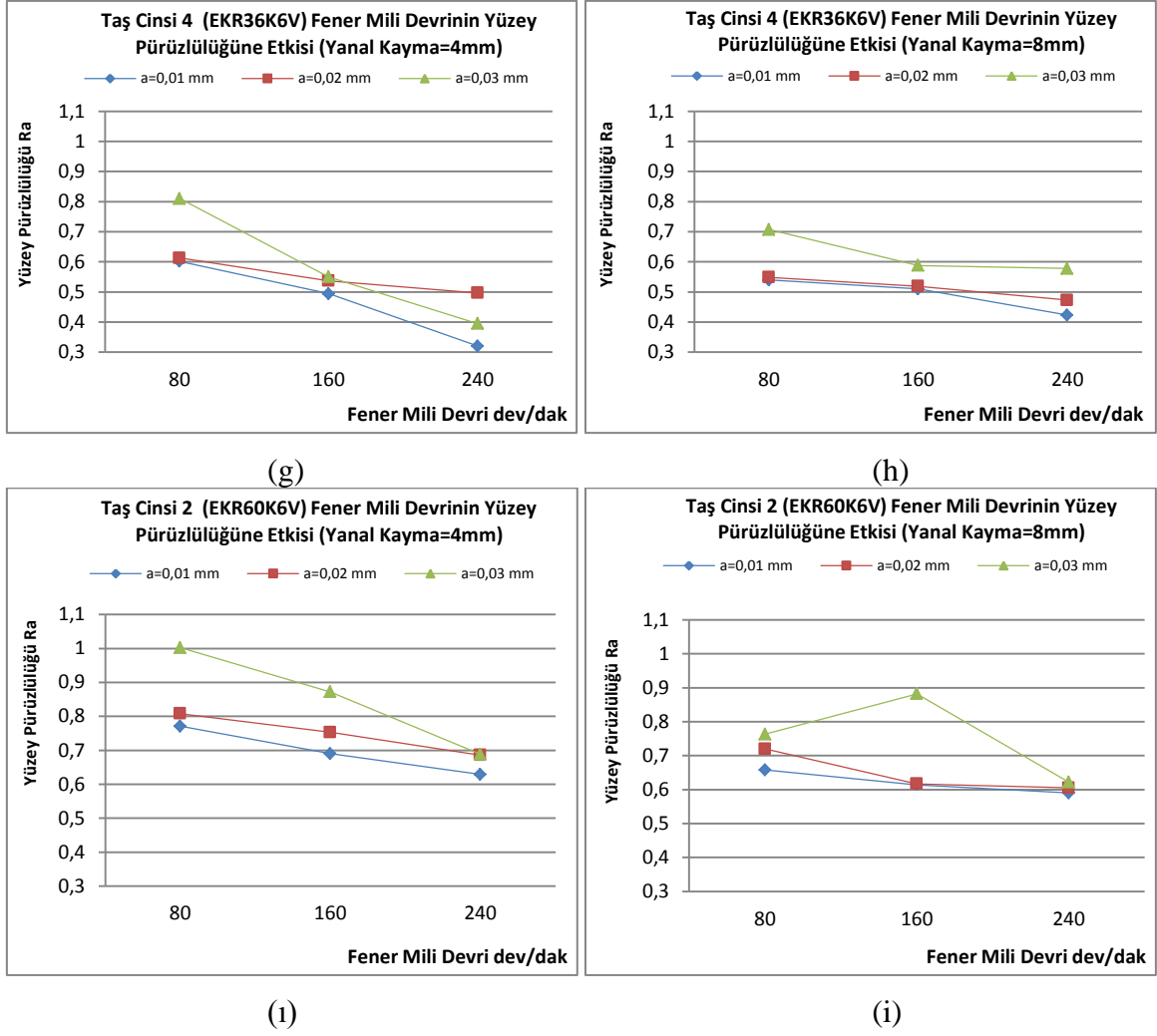
(d)



(e)



(f)



Şekil 6.5. Farklı talaş derinliklerinde farklı taş cinslerine ait yüzey pürüzlülük değerleri

Tüm grafikler incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılmaktadır:

1-.Tüm talaş derinliklerinde ve tüm yanal kayma değerlerinde yüzey pürüzlülüğü değerleri en kötü 80 dev/dak fener mili devrinde ve en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri 240 dev/dak fener mili devrinde elde edilmektedir. Sadece (e) grafiğinde görüleceği üzere taş cinsi 3 (NK646O5V), a=0,02 mm ve yanal kayma 8 mm parametrelerinde ve Taş 2 cinsi (EKR60K6V) de a=0,03 mm ve yanal kayma 8 mm değerlerinde farklı bir sonuç ortaya çıkmaktadır.

2-.Genel olarak tüm yanal kayma değerlerinde ve tüm eksenel devirlerde (fener mili devirlerinde) Ra yüzey pürüzlülük değerleri en düşük çıkmaktadır.

Buna paralel olarak tüm taş cinslerinde yanal kayma miktarları 8 mm olduğunda çok büyük oranda sırasıyla a=0,01 mm talaş derinliğinde en iyi Ra değerini vermekte iken sonra sırasıyla a=0,02 mm ve a=0,03 mm talaş derinliklerinde Ra değerinin arttığı

belirlenmiştir. Diğer bir deyişle talaş derinliği arttıkça yanal kayma 8 mm'de Ra yüzey pürüzlülüğü doğru orantılı olarak artmaktadır. Yanal kayma miktarı 4 mm olduğunda ise bu eğilim taş cinsi 2'de (EKR60K6V) görülmekte, diğer taşlarda fener mili devrine göre değişkenlik göstermektedir.

3- Talaş derinliği $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm olduğunda genel olarak yanal kayma miktarı 8 mm olduğunda Ra yüzey pürüzlülüğü değerleri yanal kayma miktarı 4 mm değerine göre daha düşük çıkmaktadır. Ancak $a=0,03$ mm olduğunda tüm taş cinslerinde durum tersi sonuç vermekte ve yanal kayma miktarı 4 mm değerinde Ra yüzey pürüzlülük değerleri yanal kayma miktarı 8 mm değerinden daha düşük çıkmaktadır.

4- Tüm taş cinsleri ve kesme parametrelerinde en iyi Ra değeri taş cinsi 4 te yanal kayma 4 mm, talaş derinliği 0,01 mm ve fener mili devri 240 dev/dak da elde edildiği görülmektedir.

5- Çoğu taş cinsinde (taş cinsi 5, taş cinsi 3, taş cinsi 1 ve taş cinsi 4) Ra değerleri taşlar sertten yumuşağa doğru olacak şekilde Ra değerlerinin daha düşüğe doğru yöneldiği görülmüştür. Buna rağmen (a, b, c, d, e, f, g, h grafikleri) en yumuşak taş olan taş cinsi 2 de durum tersine dönerek fazlaşan Ra değerleri görülmektedir (ı ve i grafikleri). Dolayısıyla taş cinsi yumuşadıkça daha iyi Ra değerleri elde edilir kuralını en yumuşak taş olan taş cinsi 2 bozmaktadır.

6- Her taş cinsi için ayrı ayrı değerlendirme yapılırsa;

Taş Cinsi 5 (NK36P5V); yanal kayma 4 mm de tüm talaş derinliklerinde birbirine yakın Ra değerleri vermektedir. Bu nedenle bu yanal kayma miktarında talaş derinliği yüksek verilebilir. Yanal kayma miktarı 8 mm de ise ancak talaş derinliği $a=0,01$ mm olduğunda iyi Ra değerleri alınabilir.

Taş Cinsi 3 (NK46O5V); yanal kaymanın her iki değerinde $a=0,01$ mm de en iyi sonuçları vermektedir. Ra değeri çok önemli değilse her iki yanal kayma değerinde yüksek talaş derinliklerinde aynı Ra değerleri üretilmektedir. Bunun için yüksek yanal kayma ve yüksek talaş derinliği seçilerek işlem süresi azaltılabilir.

Taş Cinsi 1 (NK60N5V); genel olarak yanal kaymanın her iki değerinde de benzer Ra değerleri elde edildiğinden zaman kazanımı için bu taşla işlem yapılırken yüksek yanal kayma değerleri seçilmelidir.

Taş Cinsi 4 (EKR46K6V); iyi Ra değerleri istendiğinde düşük talaş derinliği ve yüksek fener mili devirleri seçilmelidir. Ancak Ra değerinin çok hassas olmasının gerekmediği yerlerde yüksek yanal kayma değerleri seçilmelidir.

Taş Cinsi 2 (EKR60K6V); bu taş cinsi genelde yumuşak malzemelerde tercih edilmemelidir.

6.2.1.2. Farklı Yanal Kayma Değerlerinin Etkisi

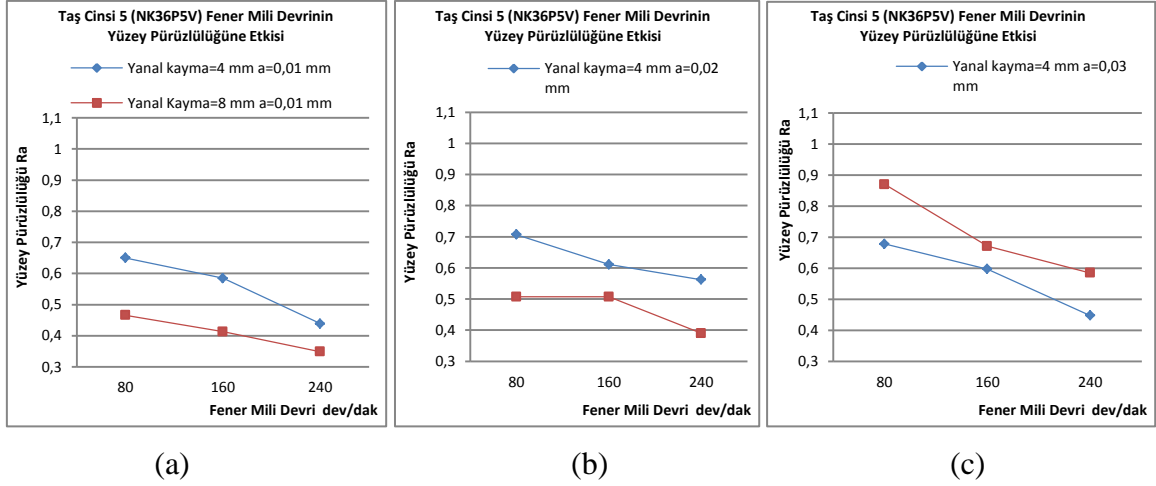
Sistemin, fener mili devrinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenirken farklı yanal kayma değerleri de denenerek ölçümler yapılmıştır. Sistemimizde 2 farklı yanal kayma değeri kullanılmış, her yanal kayma değeri ayrı taş cinslerinde ve ayrı talaş derinliği değerlerinde işlenen parçaların yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri ölçülerek grafikler elde edilmiştir.

Öncelikle taş cinsleri sertlik derecelerine göre en sert taş cinsinden en yumuşak taş cinsine göre sıralanarak grafikler oluşturulmuştur (Şekil 6.6-6.7-6.8-6.9-6.10).

Bu parametrelerin uygulanışına uygun işlenen parçalardan elde edilen yüzey pürüzlülük (Ra) değerleri ile ilgili grafikler taş cinsleri sertten yumuşak taşa doğru sıralanacaktır.

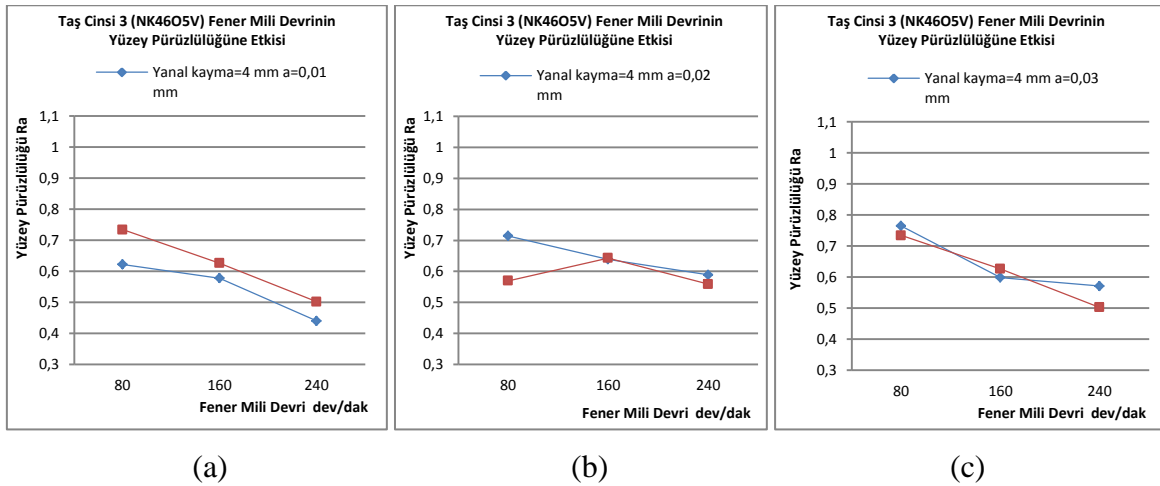
En sert taş cinsi olan Taş Cinsi 5 (NK36P5V) için grafiğimiz şekil 6.6'de verilmektedir. Bu grafiklerde tüm taş cinsleri de dahil olmak üzere en iyi Ra değerinin fener milinin 240 dev/dak devrinde elde edildiği görülmektedir ve genel eğilim fener mili devrinin artması ile Ra değerinde iyileşme olduğu görülmektedir. Aynı şekilde yanal kayma miktarının artmasıyla yani yanal kaymanın 4 mm den 8 mm ye çıkarılması ile de $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm değerlerinde iyileşme bariz bir şekilde görülmektedir. Ancak talaş derinliği en fazla olduğunda yani $a=0,03$ mm de ise düşük yanal kayma değerinde aksi yönde Ra değerinde daha iyi sonuç elde edildiği görülmektedir.

Genel olarak tüm yanal kayma değerlerinde ve tüm fener mili devrilerinde talaş derinliği $a=0,01$ mm olduğunda en iyi Ra elde edilmektedir. Talaş derinliği arttıkça yüzey pürüzlülüğü Ra değerleri artmaktadır.



Şekil 6.6. Taş Cinsi 5 (NK36P5V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

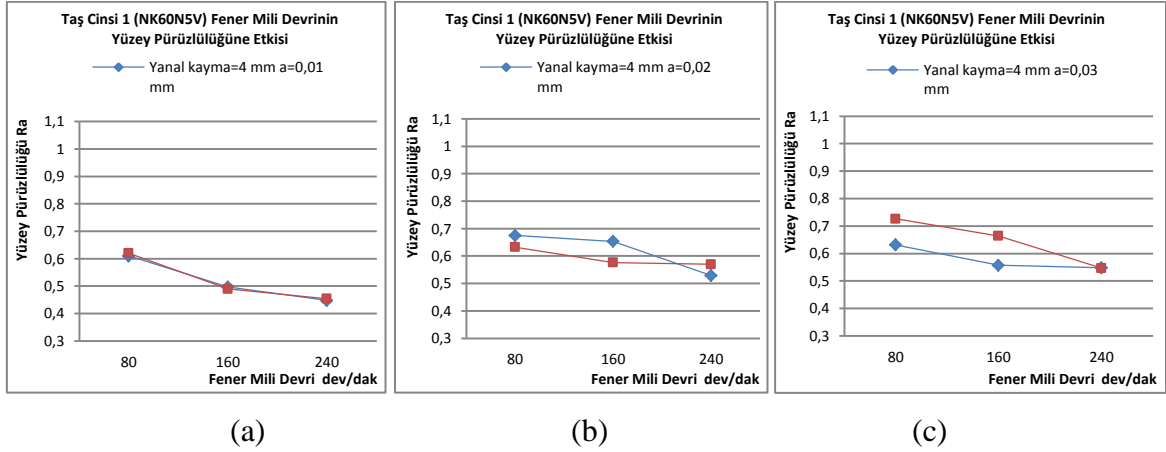
Yine devamında bir alt sertlik değerine sahip Taş Cinsi 3 (NK46O5V) için farklı yanal kayma değerlerinin fener mili ile ilişkisi şekil 6.7’de gösterilmektedir. Bu grafiklerde tüm taş cinsleri de dâhil olmak üzere en iyi Ra değerinin fener milinin 240 dev/dak devrinde elde edildiği görülmektedir ve genel eğilim fener mili devrinin artması ile Ra değerinde iyileşme olduğu görülmektedir. Burada taş cinsi 5’e benzer şekilde en düşük talaş derinliğinde en iyi Ra değerleri elde edilmektedir. Ancak talaş derinliğinin $a=0,02$ ve $a=0,03$ mm olduğu durumlarda yanal kayma miktarlarındaki değişikliğin yüzey pürüzlülüğüne etkisi çok farklı olmamaktadır.



Şekil 6.7. Taş Cinsi 3 (NK46O5V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

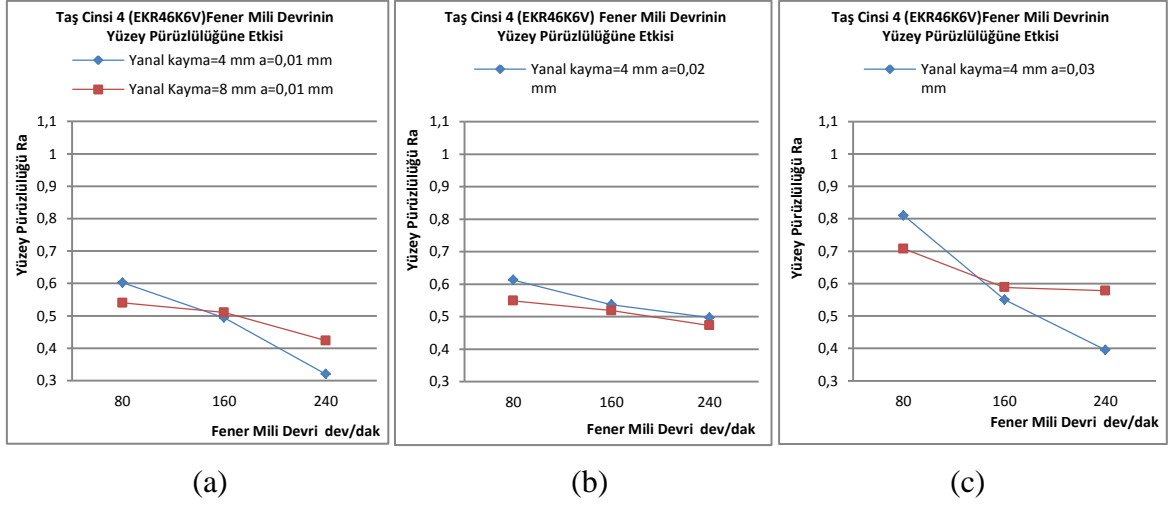
Diğer bir taşlama taşı olan taş cinsi 1 (NK60N5V) için fener mili ve yanal kayma arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi şekil 6.8’de gösterilmektedir. Burada da

görülebileceği üzere en iyi Ra değerinin fener milinin 240 dev/dak devrinde elde edildiği görülmektedir ve genel eğilim fener mili devrinin artması ile Ra değerinde iyileşme olduğu görülmektedir. Ayrıca burada da diğer taş cinslerindeki gibi talaş derinliği ile Ra değeri arasında doğru orantı vardır. Düşük talaş derinliğinde yanıl kaymanın Ra üzerindeki etkisi grafik a da görüldüğü üzere yoktur.



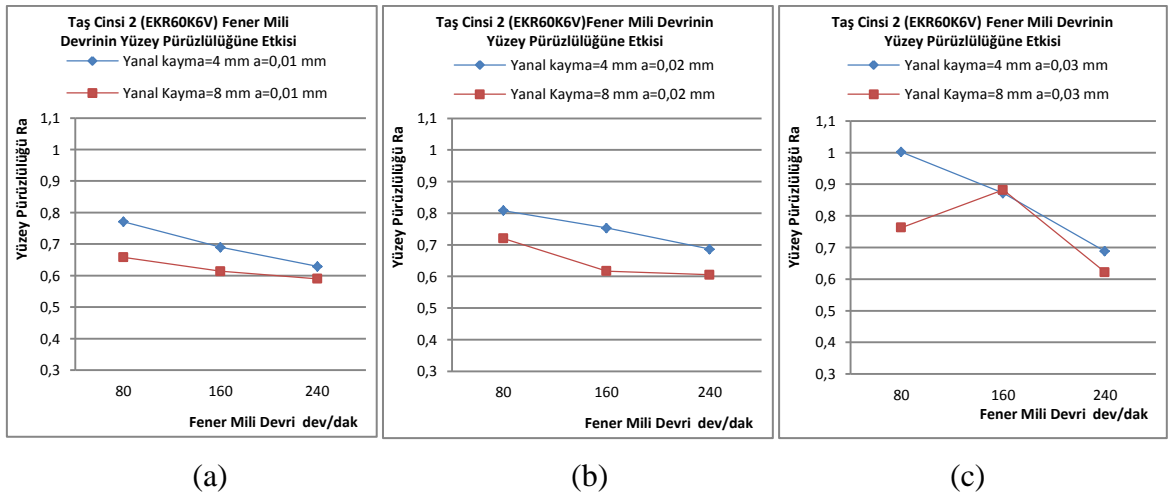
Şekil 6.8. Taş Cinsi 1 (NK60N5V) için yanıl kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

Taşılama taşı cinsi 4 (NK60N5V) için ise yanıl kayma miktarı ile fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerine etkisi ise şekil 6.9’da gösterilmektedir. Burada da görülebileceği üzere en iyi Ra değerinin fener milinin 240 dev/dak devrinde elde edildiği görülmektedir ve genel eğilim fener mili devrinin artması ile Ra değerinde iyileşme olduğu görülmektedir. En iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri düşük talaş derinliği ve yüksek fener mili devrilerinde elde edilmektedir. Fener mili devrinin 160 de/dak olduğu durumlarda tüm talaş derinliği ve fener mili devrilerinde Ra değerleri birbirine çok yakın çıkmaktadır. Bu taş cinsinde yanıl kaymanın 4 mm değerinde talaş derinliğinin yüksek ve düşük olması Ra yüzey pürüzlülüğü açısından çok büyük fark arz etmemektedir. Bunun için yanıl kayma 4 mm de yüksek talaş derinliği seçilerek zaman kazanılabilir.



Şekil 6.9. Taş Cinsi 4 (EKR46K6V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

En son olarak en yumuşak taş cinsi olan taş cinsi 2 (EKR60K6V) taşında yanal kayma miktarı ile fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerine etkisi ise şekil 6.10'da verilmektedir. Burada da görüleceği üzere en iyi Ra değerinin fener milinin 240 dev/dak devrinde elde edildiği görülmektedir. Genel eğilim fener mili devrinin artması ile Ra değerinde iyileşme olduğu görülmektedir. Bu taş cinsinde de düşük talaş derinliğinde en iyi Ra değeri elde edilmektedir. Tüm talaş derinliklerinde yanal kayma 8 mm de daha iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmektedir. Dolayısıyla bu taş cinsi ile işlem yapılırken yanal kayma yüksek tutulması zaman açısından kazanç sağlayacaktır.



Şekil 6.10. Taş Cinsi 2 (EKR60K6V) için yanal kayma ve fener mili arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

Tüm taş cinsleri ve grafikler incelendiğinde genel olarak şu sonuçlara ulaşmak mümkündür:

1- Tüm parametrelerde fener mili devrinin artması ile Ra da iyileşme görülmektedir. Sadece taş cinsi 5 te istisnai olarak fener mili devri arttığı zaman Ra da kötüleşme olmaktadır.

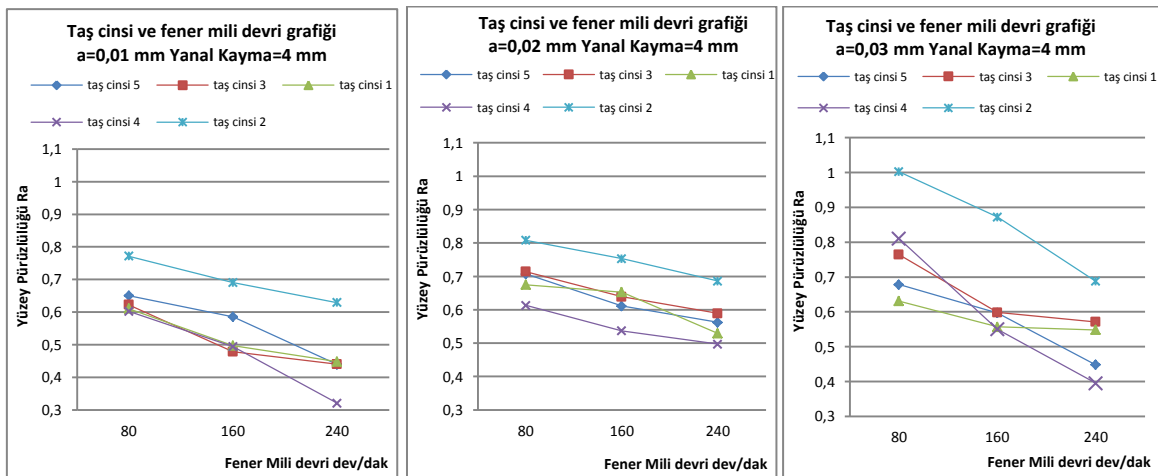
2- Tüm taş cinslerine $a=0,01$ mm talaş derinliğinde genel eğilim olarak en iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmektedir.

3- En düşük Ra değerleri taş cinsi 4 (EKR46K6V) ve en yüksek Ra değerleri taş cinsi 2 (EKR60K6V) de görülmektedir.

4- Tüm taş cinslerinde $a=0,02$ mm talaş derinliğinde yanal kayma miktarı 8 mm olduğunda yanal kayma 4 mm miktarına göre daha iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmektedir.

6.2.1.3. Farklı Taş Cinslerinin Etkisi

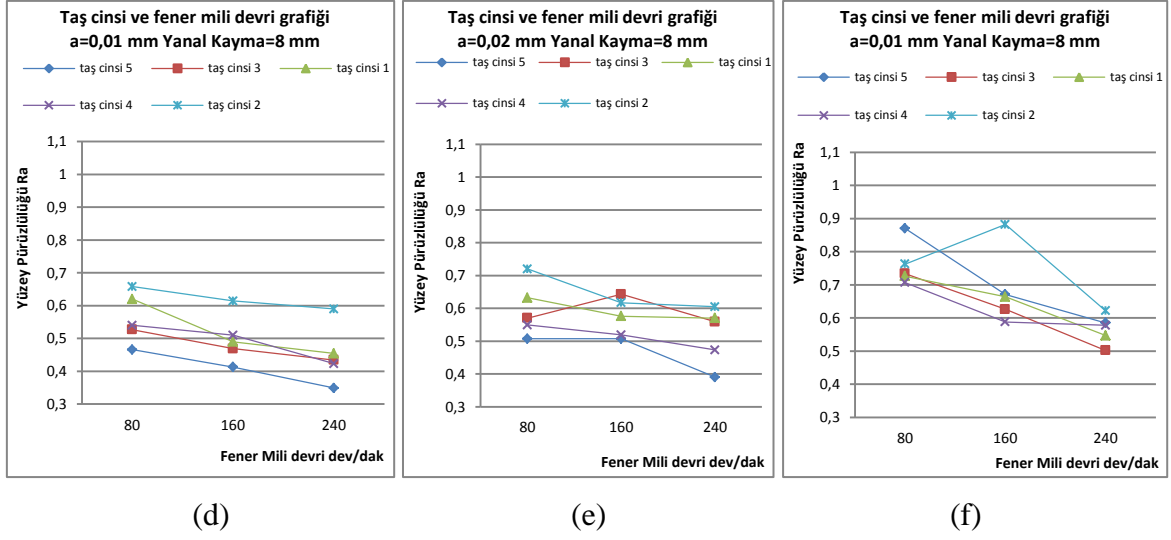
Sistem farklı fener mili devirlerinde 5 farklı taş cinsinin denenerek her taşın fener mili devri ile taş cinsi arasındaki ilişkiye bağlı olarak Ra değeri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun amacı farklı fener mili devirleri için en uygun taşın seçimi ve optimum değerlerin bulunmasıdır. Tüm taş cinslerinin Ra üzerindeki etkisinin incelenmesi için iki farklı yanal kayma değeri için üç farklı talaş derinliğinde taşlama işlemi yapılmıştır ve tüm işlemlerde fener mili devri olarak 80 dev/dak, 160 dev/dak ve 240 dev/dak seçilmiştir. Taş cinslerinin fener mili devri ile ilişkisi şekil 6.11’de gösterilmektedir.



(a)

(b)

(c)



Şekil 6.11. Taş Cinsi ile Fener Mili Devri Arasındaki İlişkinin Ra Üzerindeki etkisi

Tüm grafikler incelendiğinde taş cinsi ve fener mili devri arasında şu sonuçların olduğu görülmektedir:

1- Tüm taş cinslerinde fener mili devrinin artması ile Ra pürüzlülük değerlerinde daha iyi sonuçlara ulaşılmaktadır.

2- Yanal kayma 4 mm ve yanal kayma 8 mm olduğu zaman yani bütün yanal kayma değerlerinde, tüm talaş derinliklerinde en kötü Ra değerini en yumuşak taş olan taş cinsi 2 (EKR60K6V) vermektedir.

3- Tüm taş cinslerinde en iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri a=0,01 mm talaş derinliğinde elde edilmektedir. Genel eğilim olarak talaş derinliği arttıkça Ra yüzey pürüzlülük değerinde artma oluşmaktadır. Bu durum sadece taş cinsi 3 ve taş cinsi 5 te a=0,02 mm talaş derinliğinde farklılık göstermektedir.

4- Genellikle taş cinsinin Ra değerleri üzerindeki etkisi olarak kararsızlıklar talaş derinliği a=0,02 mm de olmaktadır.

5- Yanal kayma 4 mm ve tüm talaş derinliklerinde olduğunda en düşük Ra değerleri Taş cinsi 4 te olup fener mili devrinin en yüksek devri olan 240 dev/dak değerinde oluşmaktadır (şekil 6.11. grafik a, b, c). Buradan Taş cinsi 4 yanal kayma düşük ve fener mili devri yüksek olduğunda en iyi taş cinsidir şeklinde sonuca varılabilir.

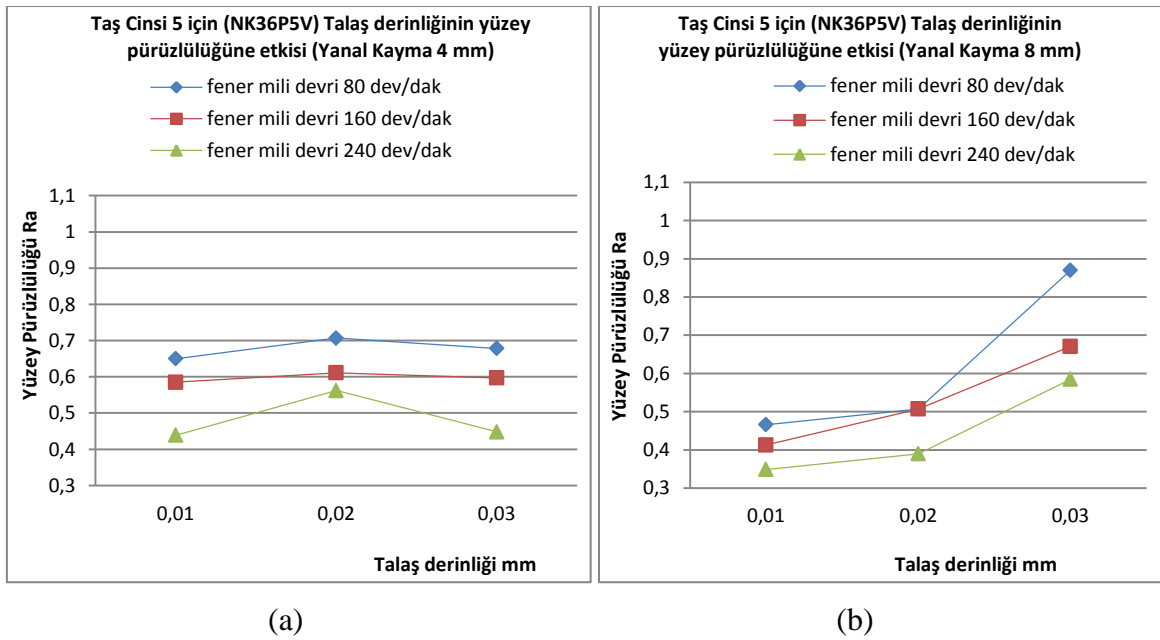
6- Talaş derinliği 0,01 mm ve 0,02 mm derinliklerinde tüm taş cinslerinde yanal kayma 8 mm olduğunda ise taş cinsi 5 en iyi Ra değerlerini vermektedir. Talaş derinliği arttığında ise bu durum oluşmamaktadır.

6.2.2. Talaş Derinliği İle Yüzey Pürüzlülüğü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Parçaların taşlanması sırasında iş parçası üzerinden alınan talaş derinlikleri, yüzey pürüzlülüğü (Ra) üzerinde ne tür bir etkisinin olduğu göz önüne alınması gereken önemli bir parametredir. Sistemimizde iş parçaları 3 farklı talaş derinliğinde taşlanmış olup bu 0,01 mm, 0,02 mm ve 0,03 mm olarak seçilmiştir. Daha önceki konu başlıklarında bu değerlerin seçilme nedenleri açıklanmıştır. Burada her bir talaş derinliğinin farklı fener mili devirlerindeki etkisi, farklı taş cinslerindeki ve dolayısıyla farklı taş sertliklerindeki etkisi ve farklı yanal kayma miktarlarındaki etkisinin ayrı ayrı incelenmesi gerekmektedir.

6.2.2.1. Farklı Fener Mili Devirlerinin Etkisi

Talaş derinliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelenirken farklı fener mili devirlerindeki gösterdiği etkinin incelenmesi yapılmıştır. 3 farklı talaş derinliği ile işlenen parçalar farklı fener mili devirlerinde Ra değerlerindeki ilişki incelenmiştir. 3 farklı fener mili devri kullanılmış olup her bir taş cinsi için bu etki ayrı ayrı incelenmiştir. Taş cinsleri daha öncede tanımlandığı üzere sert taştan yumuşak taşa göre sıralanmıştır. İlk olarak en sert taş cinsi olan taş cinsi 5 (NK36P5V) için bu etki şekil 6.12’de gösterilmektedir.



Şekil 6.12. Taş Cinsi 5 (NK36P5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

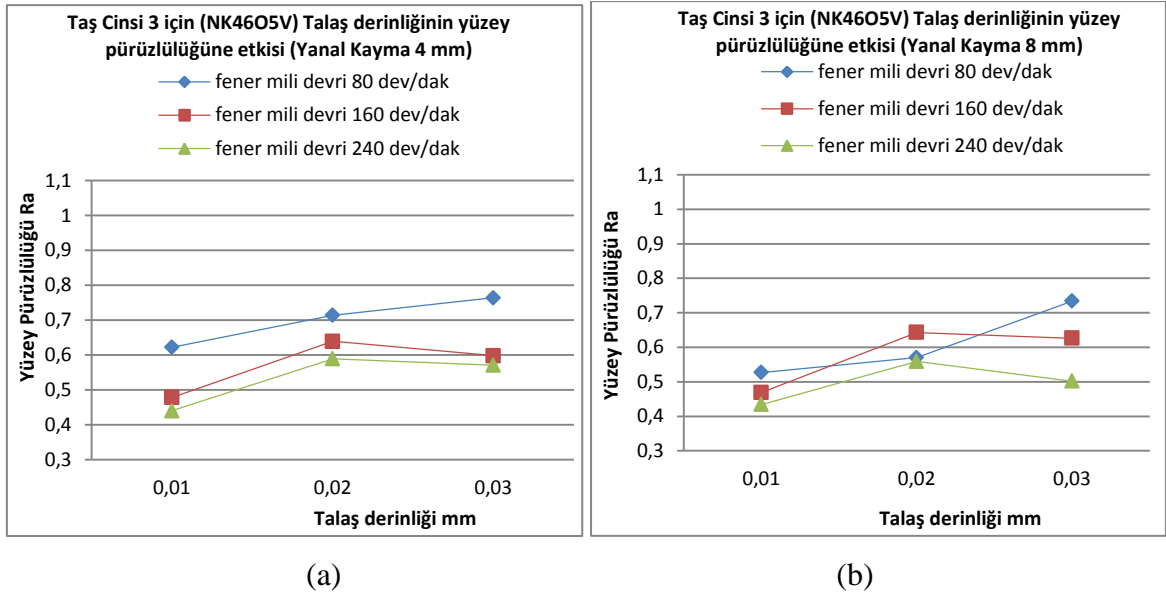
Yukarıdaki şekil 6.13 incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılabilir:

1- Yanal kayma 4 mm için (a grafiği) ve yanal kayma 8 mm için (b grafiği) her iki değerde de en iyi Ra değeri fener mili devrinin 240 dev/dak değerinde ve en kötü Ra değerinin ise fener mili devrinin 80 dev/dak olduğu durumlarda görülmektedir. Genel kural olarak fener mili devri arttıkça Ra değerinde iyileşme görülmektedir sonucuna ulaşılabilir.

2-. Genel anlamda yanal kayma 8 mm olduğunda yanal kaymanın 4 mm olduğu duruma göre her bir talaş derinliğinin birebir kıyaslanmasında daha iyi yüzey pürüzlülüğü elde edilmektedir.

3-. Yanal kaymanın 4 mm olduğu durumlarda $a=0,02$ mm talaş derinliğinde Ra yüzey pürüzlülük değerlerinde çok küçük sapmalar oluşmaktadır.

Aynı durum Taş cinsi 3 (NK46O5V) için incelendiğinde şekil 6.13'teki grafikler elde edilmektedir.



Şekil 6.13. Taş Cinsi 3 (NK46O5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

Şekil 6.13 incelendiğinde taş cinsi 3 için (NK46O5V) şu sonuçlara ulaşılabilir:

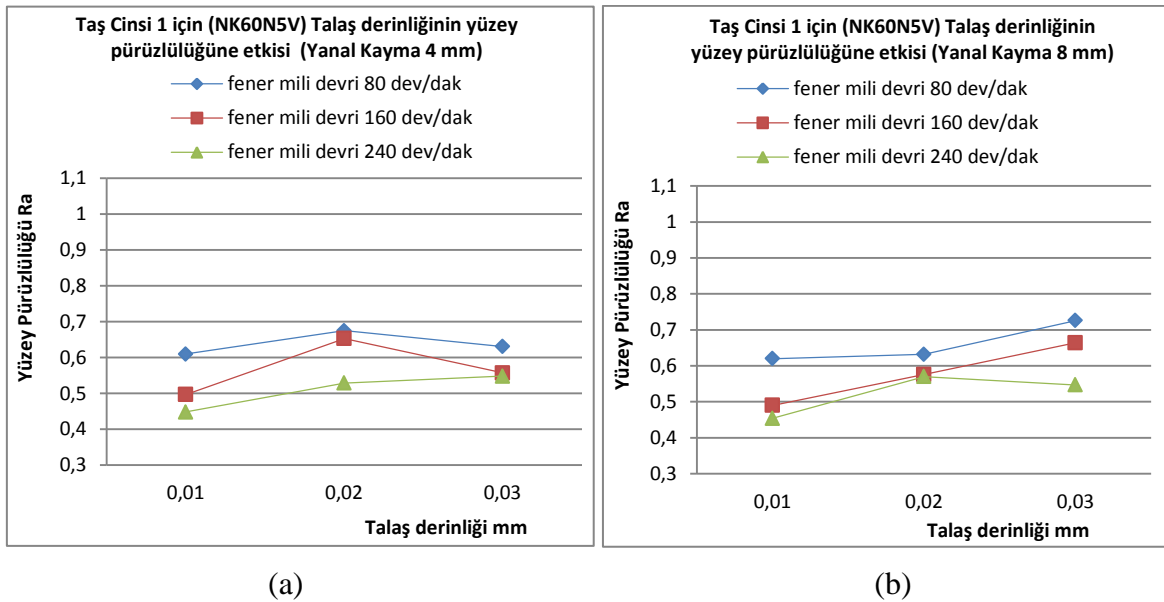
1- Taş Cinsi 5'e benzer şekilde yanal kayma 4 mm için (a grafiği) ve yanal kayma 8 mm için (b grafiği) her iki değerde de en iyi Ra değeri fener mili devrinin 240 dev/dak değerindedir. En kötü Ra değerinin ise fener mili devrinin 80 dev/dak olduğu durumlarda görülmektedir. Genel kural olarak fener mili devri arttıkça Ra değerinde iyileşme görülmektedir sonucuna ulaşılabilir.

2- Bu taş cinsinde her iki yanal kayma miktarında Ra yüzey pürüzlülüğü değerlerinde çok büyük farklar oluşmamaktadır. Bu nedenle bu taş cinsinin yüksek yanal kayma miktarlarında kullanılması daha ekonomik olacaktır.

3- Yanal kayma değerlerinin tümünde ve fener mili devirlerinin tümünde en düşük Ra değerleri $a=0,01$ mm değerinde olmaktadır.

4- $a=0,02$ mm talaş derinliğinde yanal kayma 4 mm ve yanal kayma 8 mm olduğu durumlarda Ra yüzey pürüzlülüğü değerlerinde birbirine yakın değerler elde edilmektedir. Dolayısıyla bu taş cinsi için orta yüzey pürüzlülüklerinde kullanışlıdır diyebiliriz.

Orta sertlikte olan taş cinsi 1 (NK60N5V) için şekil 6.14'teki sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 6.14. Taş Cinsi 1 (NK60N5V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

Taş cinsi 1 için grafikler incelendiğinde şu sonuçlara ulaşılabılır:

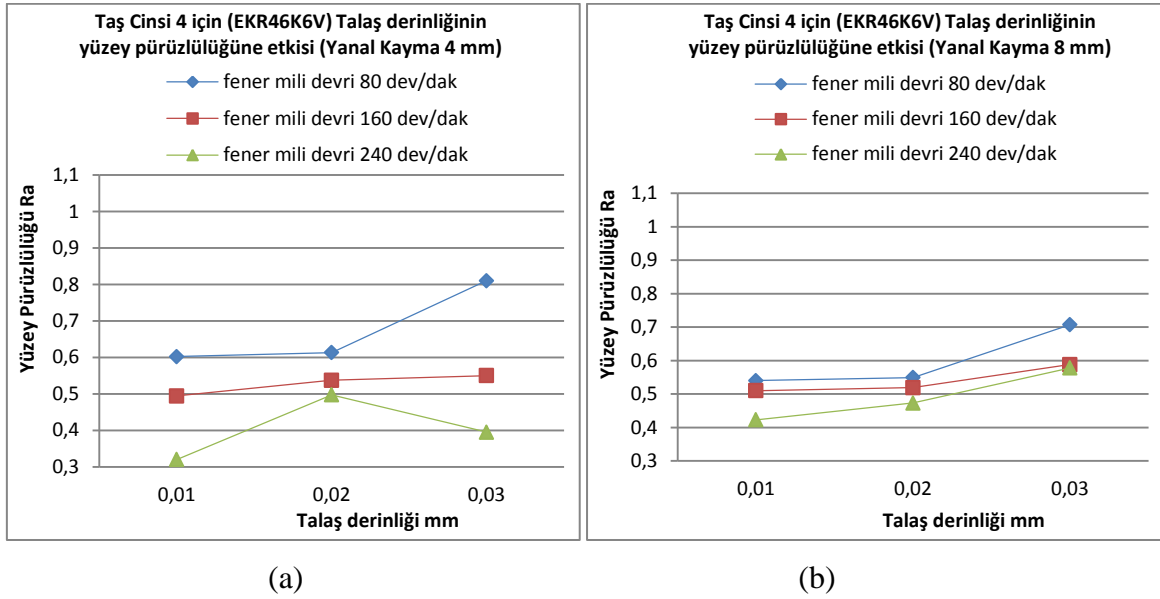
1- Taş cinsi 1 özellikle yanal kayma 4 mm olduğu zaman daha kararsız bir davranış sergilemektedir. Bu kararsızlıklar $a=0,02$ mm talaş derinliğinde oluşmaktadır.

2- Her yanal kayma değerinde diğer bütün taşlara benzer şekilde yüksek fener mili derinde en iyi Ra değeri oluşmaktadır. En düşük Ra değerleri de fener milinin 80 dev/dak olduğu durumlarda oluşmaktadır.

3- Yanal kayma 4 mm ve 8 mm olduğu durumların her ikisinde de Ra yüzey pürüzlülük değerleri en az $a=0,01$ mm talaş derinliğinde elde edilmektedir.

4- Bu taş cinsinde de yanal kayma 4 mm ve 8 mm olduğu her iki durumda da Ra değerlerinde kendi parametre değerleri ile kıyaslandığında çok büyük farklılık görülmemektedir. Bu nedenle bu taş cinsi yüksek yanal kayma miktarlarında kullanılabilir.

En yumuşak taş cinslerinden olan taş cinsi 4 (EKR46K6V) için yukarıdaki parametrelerde şekil 6.15'teki sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 6.15. Taş Cinsi 4 (EKR46K6V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki Etkisi

Grafikler incelendiğinde taş cinsi 4 için şu değerlendirmeleri yapmak mümkündür:

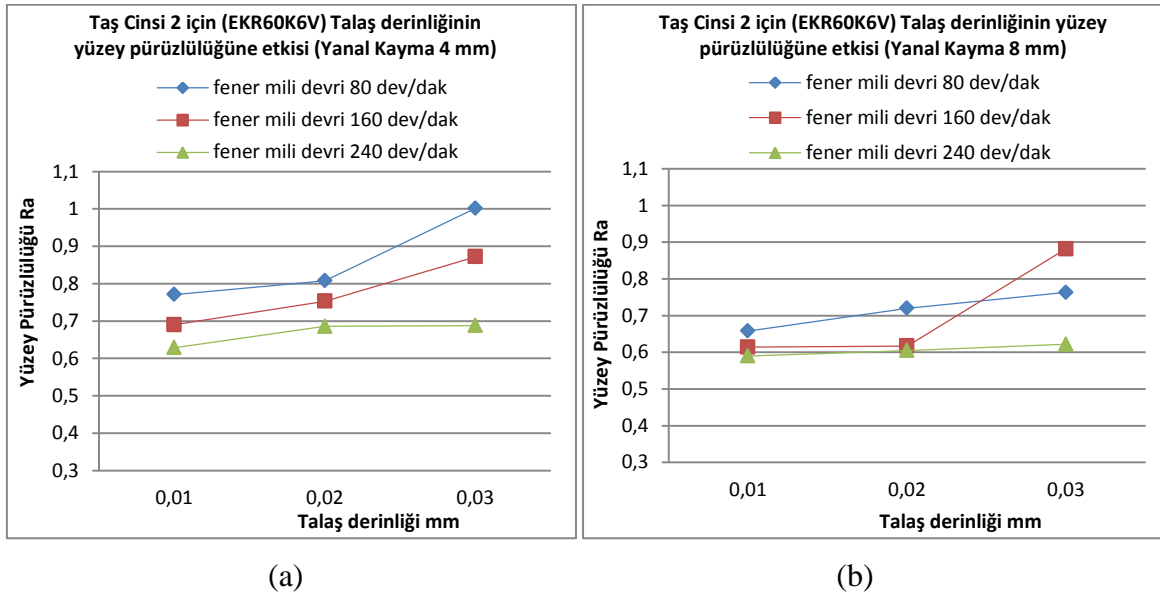
1- Bu taş cinsi genel olarak taş cinsi 5 benzer davranışlar sergilemektedir. Sadece Taş cinsi 5 te yanal kayma 4 mm deki kararsızlık biraz daha düzelerek genel eğilim olan talaş derinliği arttıkça Ra yüzey pürüzlülük değeri de yükselir kuralına yaklaşılmıştır. Taş cinsi 4'te bu duruma aykırılık sadece fener milinin 240 dev/dak (şekil 6.15 a grafiği) devrinde gözlemlenmektedir.

2- Yanal kayma 4 mm için (a grafiği) ve yanal kayma 8 mm için (b grafiği) her iki değerde de en iyi Ra değeri fener mili devrinin 240 dev/dak değerinde ve en kötü Ra değerinin ise fener mili devrinin 80 dev/dak olduğu durumlarda görülmektedir. Genel kural olarak fener mili devri arttıkça Ra değerinde iyileşme görülmektedir sonucuna ulaşılabilir. Bu özellik bütün taş cinslerinde genel olarak görülmektedir.

3- Yanal kayma 4 mm ve 8 mm değerlerinin her ikisinde de Ra değerlerinde fener milinin tüm devirlerinde aynı davranışı sergilemektedir. Bu sadece yanal kayma=4 mm ve $a=0,02$ mm olduğunda farklılık göstermektedir.

4- Yanal kayma değerlerinin her ikisinde de tüm talaş derinliği ve fener mili devirlerinde çok yakın Ra değerleri elde edilmektedir. Bu da bize bu taş cinsinde yanar kaymanın Ra üzerinde çok fazla değişkenlik yapmadığını göstermektedir. Dolayısıyla bu taş cinsi ile taşlama yaparken yanar kaymayı yüksek tutarak işleme zamanını düşürme imkânını verecektir. Sadece grafik a da görüleceği üzere yanar kayma 4 mm ve talaş derinliği en düşük olan $a=0,01$ mm de fener mili devri 240 dev/dak seçilirse tüm taş cinsleri içinde en iyi Ra değeri elde edilmektedir. Bu nedenle çok iyi yüzey kalitesi isteniyorsa ve işleme zamanı da çok önemli değilse bu taş cinsi bu parametreler kullanılarak işlem yapılmalıdır.

En yumuşak taş cinsi 2 (EKR60K6V) de ise yapılan yüzey ölçümü sonuçlarından elde edilen sonuçlar şekil 6.16'da gösterilmektedir.



Şekil 6.16. Taş Cinsi 2 (EKR60K6V) için talaş derinliğinin fener mili devri arasındaki ilişkinin Ra üzerindeki etkisi

Bu taş cinsi için oluşan grafikler incelendiğinde şu değerlendirmelerde bulunmak mümkündür:

1- $a=0,02$ mm talaş değerlerinde her iki yanar kayma değeri ve tüm fener mili devirlerinde Ra değerleri birbirine çok yakın değerlerde oluşmaktadır. Bu aralık optimum değer olarak ele alınabilir.

2- Yanal kayma 4 mm için (a grafiği) ve yanal kayma 8 mm için (b grafiği) her iki değerde de en iyi Ra değerı fener mili devrinin 240 dev/dak değerinde ve en kötü Ra değerinin ise fener mili devrinin 80 dev/dak olduğu durumlarda görölmektedir. Grafik b de sadece $a=0,03$ mm talaş derinliği hariç. Genel kural olarak fener mili devri arttıkça Ra değerinde iyileşme görölmektedir sonucuna ulaşılabilir. Bu özellik tüm taş cinslerinde genel olarak görölmektedir.

3- Tüm taş cinsleri içinde en kötü Ra değerı taş cinsi 2 de ve yanal kayma 4 mm, talaş derinliği $a=0,03$ mm ve fener mili devri 240 dev/dak parametrelerinde oluşmaktadır.

Sonuç olarak tüm taş modelleri incelendiğinde ise ortak olarak şu genel sonuçlara ulaşılabilir:

1-Tüm taş cinslerinde en iyi Ra değerleri $a=0,01$ mm talaş derinliğinde elde edilmektedir.

2-En kararsız Ra değerleri $a=0,02-0,03$ mm talaş derinliği aralığında elde edilmektedir.

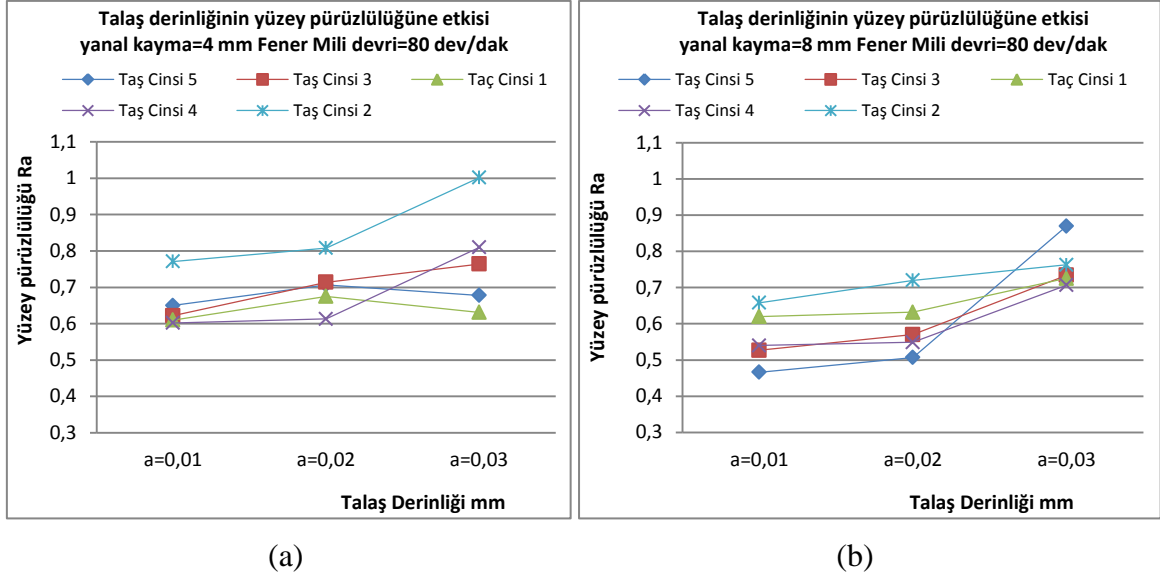
3-Yanal kayma 4 mm de taş cinsi 5, 3 ve 1 taşlarında aynı talaş derinliği derinliklerinde yüzey pürüzlülüğu sonuçları açısından benzer eğilimler sergilemektedir. Yanal kayma 8 mm olduğunda ise taş cinsi 5, 4 ve 1 taşlarında tüm talaş derinliklerinde yüzey pürüzlülüğu sonuçları açısından benzer eğilimler göstermektedirler.

4- En kötü Ra değerleri taş cinsi 2 de görölmektedir.

6.2.2.2. Farklı Taş Sertliklerinin Etkisi

Geliştirilen sistemin talaş derinliklerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi, değişik taş cinslerinin ve dolayısıyla farklı taş sertliklerinin Ra üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için 5 farklı taş cinsinin denenerek her taşın farklı talaş derinlikleri ile taş cinsi dolayısıyla taş sertlikleri arasındaki ilişkiye bağlı olarak Ra değerı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun amacı farklı talaş derinlikleri için en uygun taşın seçimi ve optimum değerın bulunmasıdır. Tüm taş cinslerinin Ra üzerindeki etkisinin incelenmesi için her bir fener mili devrinde taş cinslerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Sistemimizde 3 farklı fener mili devri mevcuttur. İlk olarak Şekil 6.17'de 80 dev/dak fener mili devrinde farklı yan al kayma değerlerinde taşlanması sonucu talaş derinliğine bağlı ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 6.17. Farklı taş sertliklerinin talaş derinliğine bağlı olarak Fener mili 80 dev/dak değerinde Ra üzerindeki Etkisi

Şekil 6.17 incelendiğinde fener milinin 80 dev/dak değerindeki taş sertlikleri arasında Ra değerlerinde şu sonuçlara ulaşılabilir;

1- Yanal kayma 4 mm ve 8 mm değerinde (grafik a ve b) tüm taş sertliklerinde talaş derinliği arttıkça Ra değerinde doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. Bu durum sadece Taş cinsi 1 ve taş cinsi 5 te a=0,03 mm talaş derinliğinde değişiklik göstermektedir. Bunun nedeninin işlenen numunenin St37-2 yumuşak çelik malzemeden olup Taş cinsi 2 (EKR60K6V) nin de en yumuşak taş olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

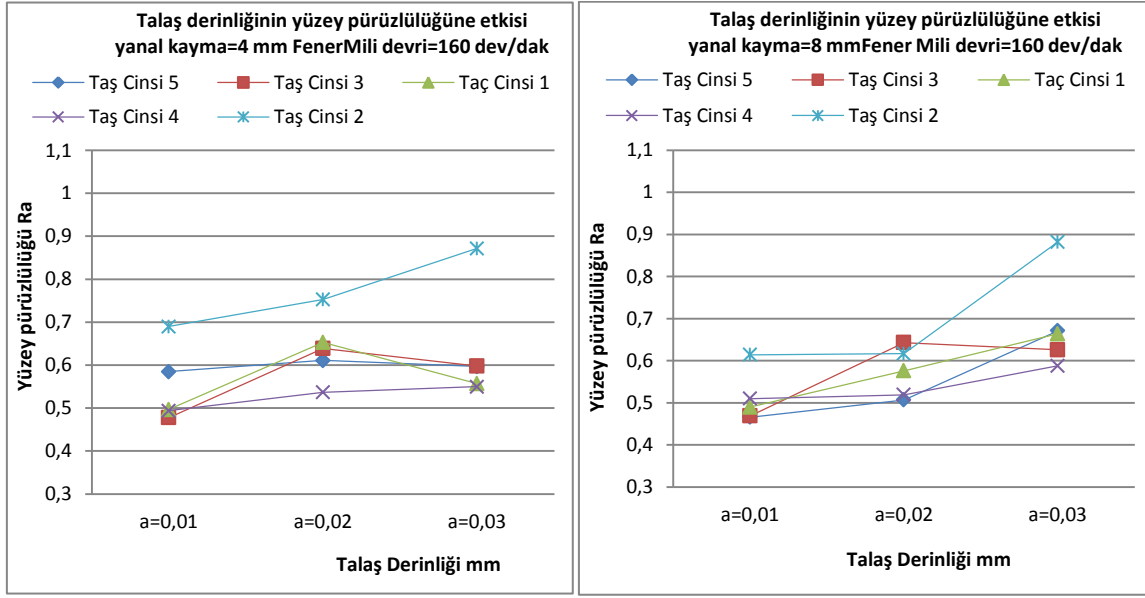
2- Yanal kaymaların tüm değerlerinde en kötü Ra değerini taş cinsi 2 vermektedir.

3- Tüm taş cinslerinde yanıl kayma 8 mm olduğunda yanıl kayma 4 mm değerine göre daha iyi Ra yüzey pürüzlülük değeri elde edilmektedir.

4- Tüm taş cinslerinde a=0,01 mm talaş derinliğinde en düşük Ra değerleri elde edilmektedir ve en iyi Ra değeri de buna paralel olarak yanıl kayma 8 mm ve a=0,01 mm talaş derinliğinde elde edilmektedir.

5- Yanal kayma 8 mm olduğunda tüm taş cinslerinde talaş derinliği arttıkça yüzey pürüzlülük Ra değerlerinde artış görülmektedir. Yanal kayma 4 mm olduğunda ise bu eğilim bazı taş cinsleri hariç (Taş cinsi 5 (NK36P5V) ve taş cinsi 1 (NK60P5V)) diğer taşlarda görülmektedir.

İkinci olarak sistemimizde denenen fener mili devri 160 dev/dak şeklindedir. Şekil 6.18'de 160 dev/dak fener mili devrinde farklı yanıl kayma değerlerinde taşlanması sonucu talaş derinliğine bağlı ilişkisi gösterilmektedir.



(a)

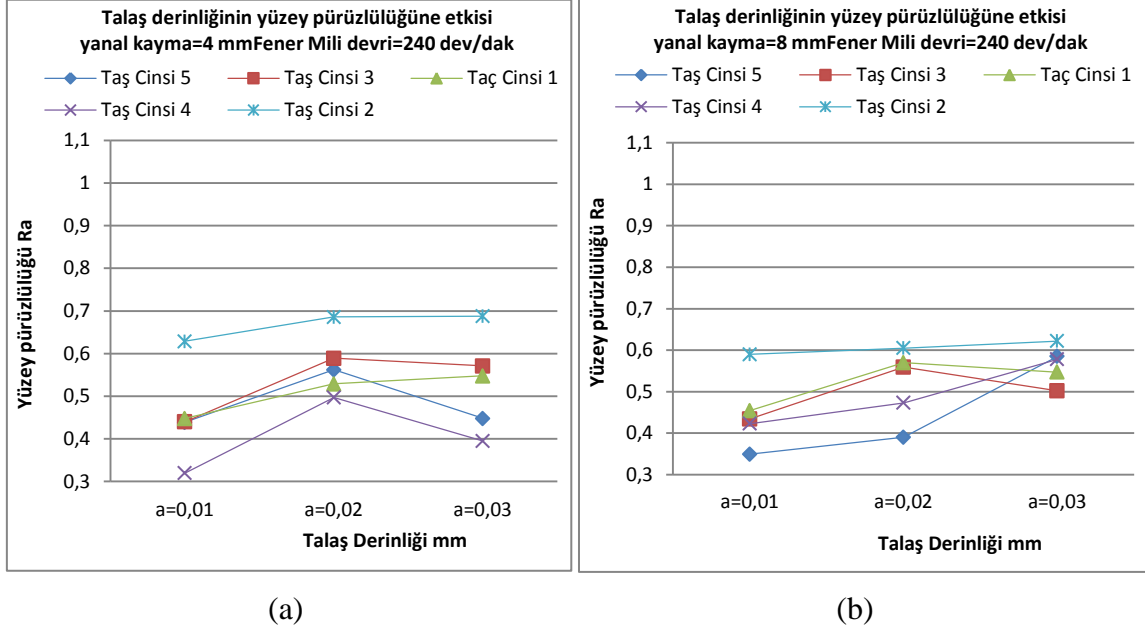
(b)

Şekil 6.18. Farklı taş sertliklerinin talaş derinliğine bağlı olarak Fener mili 160 dev/dak değerinde Ra üzerindeki Etkisi

Yukarıda şekil 6.18'deki grafikler incelendiğinde şu değerlendirmelerde bulunulabilir:

- 1- Tüm taş cinsleri düşük talaş derinliklerinde en iyi Ra değerleri vermektedir.
- 2- Yine aynı şekilde taş cinsi 2 (EKR60K6V) fener mili devrinin 160 dev/dak değerinde, 80 dev/dak dakine benzer Ra değeri tüm yanay kayma değerlerinde en kötü Ra değerini vermektedir.
- 3- Taş cinsi 3 her iki yanay kayma değerinde diğer taşlara göre en iyi Ra değerlerini a=0,01 mm talaş derinliğinde vermektedir.
- 4- Taş cinsi 3 (NK46O5V) fener mili 80 dev/dak dakine benzer olarak yanay kayma 4 mm ve yanay kayma 8 mm değerlerinin her ikisinde de hemen hemen birbirinin aynı sayılabilecek davranış sergilemekte ve ayrıca aynı sayılabilecek Ra değerlerini vermektedir. Bu durumda Taş cinsi 3 yanay kayma 8 mm miktarında kullanılırsa zaman kazancı olacaktır.

Son olarak ise fener mili devri 240 dev/dak seçilmiş ve uygulama yapılmıştır. Şekil 6.19'da 240 dev/dak fener mili devrinde farklı yanay kayma değerlerinde taşlanması sonucu talaş derinliğine bağlı ilişkisi gösterilmektedir.



Şekil 6.19. Farklı taş sertliklerinin talaş derinliğine bağlı olarak Fener mili 240 dev/dak değerinde Ra üzerindeki Etkisi

Şekil 6.19'daki her iki grafik incelendiğinde fener milinin 240 dev/dak devrinde talaş derinliği ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki farklı yanal kaymalarda şu şekilde özetlenebilir;

1- Bu iki grafikte de genel olarak fener milinin 80 dev/dak ve 160 dev/dak değerlerindeki benzer davranışların sergilendiği görülmektedir.

2- Fener milinin bu devrinde de daha öncekiler gibi Taş cinsi 2 (EKR60K6V) en kötü Ra değerlerini hem yanal kayma 4 mm ve hem de yanal kayma 8 mm değerlerinde sergilemektedir.

3- Fener milinin devri 240 dev/dak olduğunda, fener milinin diğer devirlerine göre daha iyi Ra değerleri her bir taş cinsinin kendi cinsleri ile kıyaslandığında en düşük değerleri verdiği gözlenmektedir. Bu da tüm talaş derinliklerinde ve tüm yanal kaymalarda her taş cinsinde fener mili devrinin artması ile Ra arasında ters orantı bulunduğunu göstermektedir.

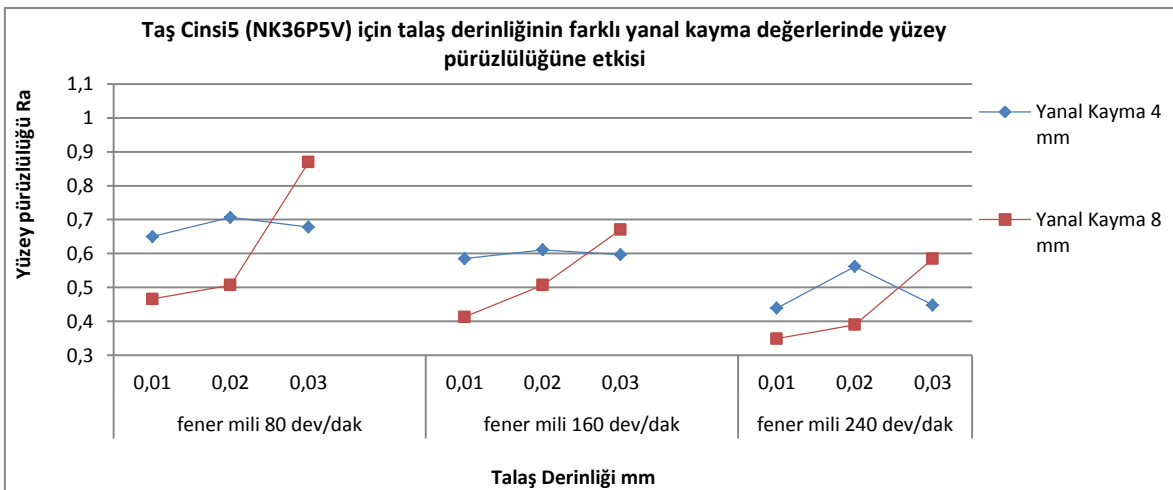
4- Taş cinsi 3 (NK46O5V) hem fener milinin 80 dev/dak ve hem de 160 dev/dak devirlerindeki benzer şekilde yanal kayma 4 mm ve yanal kayma 8 mm değerlerinin her ikisinde de hemen hemen birbirinin aynı sayılabilecek davranış sergilemekte ve ayrıca aynı sayılabilecek Ra değerlerini vermektedir.

5- Tüm taş cinslerinde ve yanal kayma değerlerinde en iyi Ra yüzey pürüzlülük değeri diğer fener mili devirlerindeki gibi $a=0,01$ mm de görülmektedir. Ancak burada ilginç olan yanal kayma 4 mm olduğunda tüm taş cinslerinde (taş cinsi1 hariç) $a=0,03$ mm talaş derinliği $a=0,02$ mm talaş derinliğine göre daha iyi Ra değeri vermektedir.

6.2.2.3. Farklı Yanal Kayma Değerlerinin Etkisi

Geliştirilen sistemin talaş derinliklerinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi, değişik yanal kayma değerlerindeki Ra üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun için 2 farklı yanal kayma değeri seçilerek her yanal kayma değeri farklı fener mili devirlerinin ve farklı talaş derinliklerinde tüm taş cinslerinin kıyaslanması ile Ra değeri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun amacı farklı talaş derinlikleri için yanal kaymanın taş cinsleri ve fener mili devirlerine bağlı olarak Ra üzerine etkisini incelemek ve en uygun Ra değeri üreten yanal kayma miktarının bulunmasıdır. Tüm Ra değerlerin incelenmesi her taş cinsi için sert taştan yumuşak taşa doğru sıralanarak incelenecektir. Daha sonra ise tüm taş cinsleri için genel bir değerlendirme yapılacaktır.

En sert taş cinsi 5 nolu taş (NK36P5V) olduğundan öncelikle bu taş incelenecektir. Şekil 6.20’de taş 5 için hem yanal kayma 4 mm ve hem de yanal kayma 8 mm olduğu zaman farklı fener mili devirlerinde Ra değerindeki ölçülen değerlerin grafiği verilmektedir.



Şekil 6.20. Taş cinsi 5 (NK36P5V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

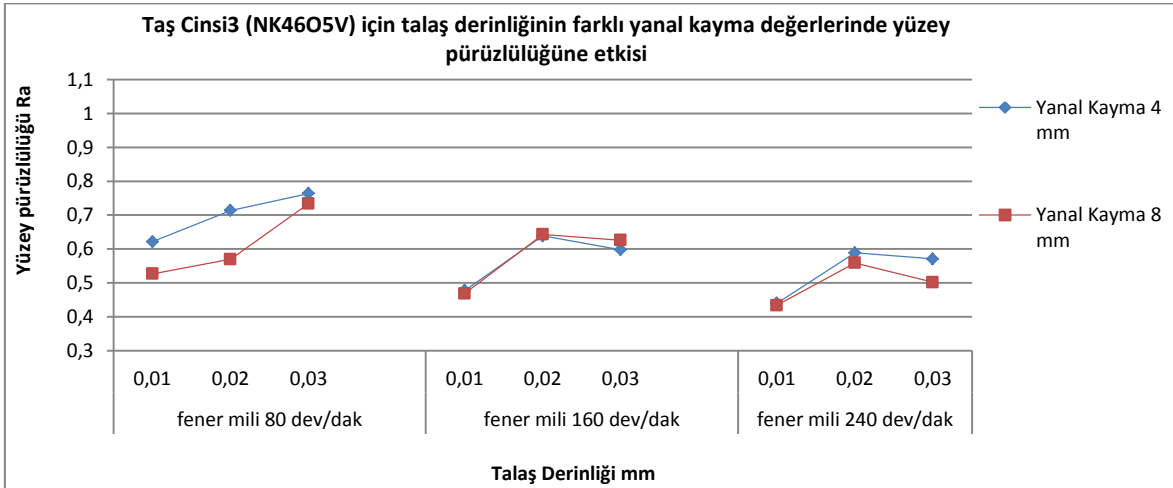
Şekil 6.20 incelendiğinde değişik fener mili devirlerinde talaş derinliğinin fonksiyonu olarak yanıl kayma değęerlerinin Ra üzerindeki etkileri şöyle özetlenebilir:

1- Her fener mili devri içinde yanıl kayma değęerleri ile Ra arasında ters orantı olmaktadır. Örneğın fener mili 80 dev/dak için yanıl kayma 8 mm, yanıl kayma 4 mm ye göre Ra olarak daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu eğilim diğęer fener mili devirlerinde de aynen devam etmektedir. Bu durum $a=0,03$ talaş derinliğinde olmamaktadır.

2- Fener mili devri arttığında her talaş derinliği ve her yanıl kayma değęerinde Ra değęerinde daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

3- Yanıl kayma 8 mm olduğunda tüm fener mili devirlerinde Ra değęerleri sırasıyla 0,01-0,02-0,03 mm talaş derinliğinde en iyi sıralamayı veriyor olup buna göre en iyi Ra değęeri talaş derinliğinin 0,01 mm olduğđ durumlarda elde edilmektedir. Bu durum yanıl kayma 4 mm olduğđda ise Ra değęerleri sırasıyla 0,01-0,02-0,03 mm talaş derinliklerinde en iyi sıralamayı veriyor olup buna göre en iyi Ra değęeri, talaş derinliğinin 0,01 mm olduğđ durumlarda elde edilmektedir.

Diğęer bir taş cinsi olan ikinci en sert taş olan taş cinsi 3 (NK46O5V) için ise ölçülen Ra değęerleri ile ilgili elde edilen sonuçların grafiksel gösterimi şekil 6.21’de verilmektedir.



Şekil 6.21. Taş cinsi 3 (NK46O5V) için farklı yanıl kayma değęerlerinin talaş derinliğine bağılı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Taş cinsi 3 için elde edilen Ra sonuçlarından şu değęerlendirmeler yapılabilir;

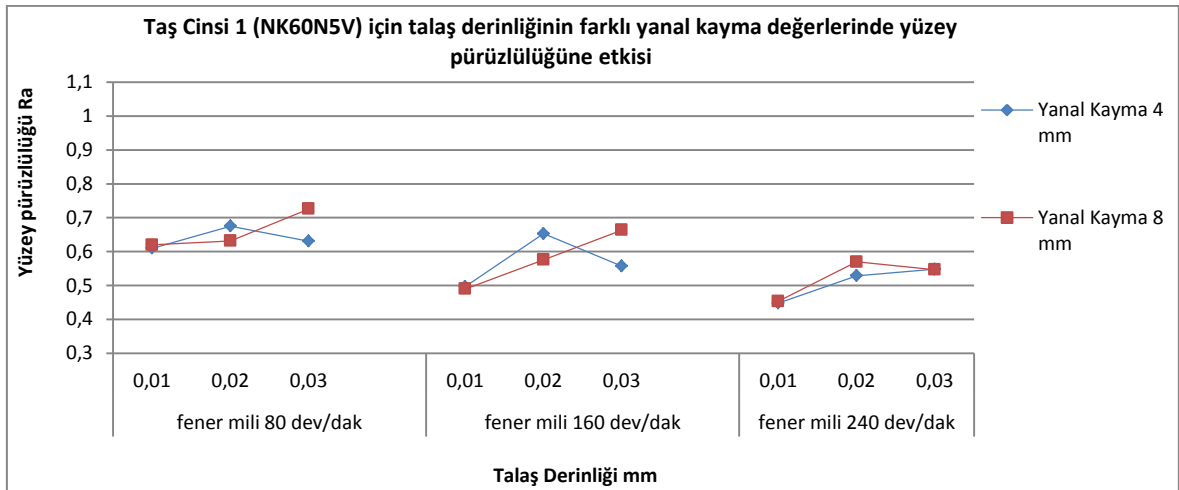
1- Fener mili devri arttığında her talaş derinliği ve her yanıl kayma değęerinde Ra değęerinde daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

2- Tüm fener mili devirlerinde ve talaş derinliklerinde fener mili devri 240 dev/dak ve talaş derinliği 0,01 mm olduğunda en iyi Ra değeri elde edilmektedir. Bu da bize taş cinsi 3 (NK46O5V) için yüksek yanal kayma ve düşük talaş derinliklerinde en iyi performansın bu taş cinsinde olduğunu göstermektedir.

3- Bu taş cinsinde yanal kayma 8 mm de yanal kayma 4 mm ye göre daha iyi Ra değerleri elde edildiğini göstermektedir.

4- Bu taş cinsi, taş cinsi 5 ile kıyaslandığında yanal kayma 4 mm olduğunda benzer davranışlar sergilediği ve hemen hemen aynı Ra değerlerini verdiği görülmektedir.

Orta sertlikte olan taş cinsi 1 (NK60N5V) için ise elde edilen Ra değerlerinin gösterimi şekil 6.22’de gösterilmektedir.



Şekil 6.22. Taş cinsi 1 (NK60N5V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Bu taş cinsi için şu özelliklerin olduğu söylenebilir:

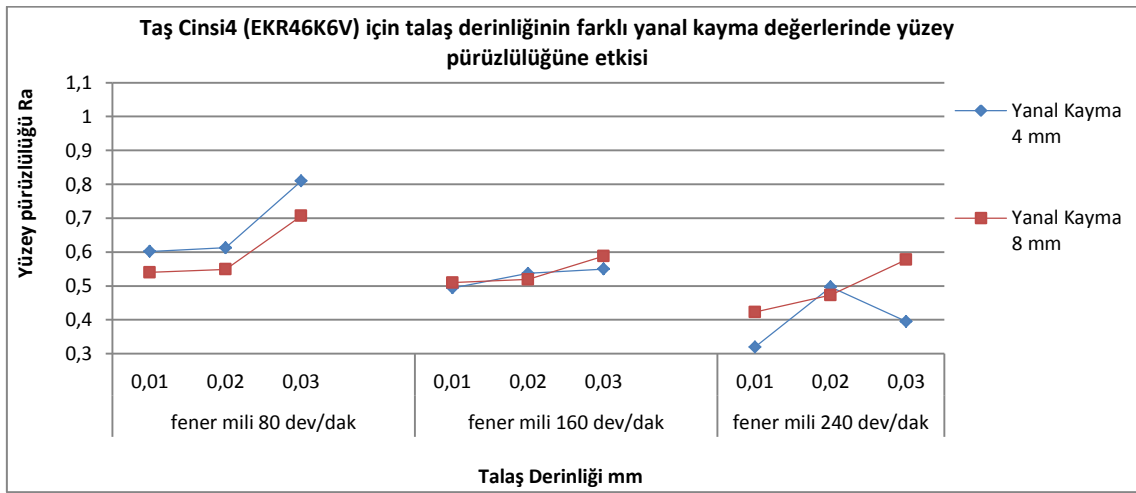
1- Taş cinsi 1 benzer şekilde taş cinsi 3 ile hemen hemen tüm yanal kayma değerlerinde aynı davranış ve eğilimleri göstermekte, hemen hemen birbirine yakın Ra değerlerini vermektedir. Sadece taş cinsi 1 de taş cinsi 3 e göre Ra değerleri biraz daha yüksek çıkmaktadır. Ayrıca bu taş cinsinde her iki yanal kayma değerinde de benzer Ra değerleri elde edilmektedir.

2- Burada da fener mili devri arttıkça her talaş derinliği ve yanal kayma değeri için azalan yönde Ra değerleri elde edilmektedir.

3- En iyi Ra değerleri diğer taş cinslerindeki benzer olarak en düşük talaş derinliği olan $a=0,01$ mm de görülmektedir. Düşük talaş derinliklerinde ve düşük fener mili devirlerinde yanıl kayma miktarı 8 mm olduğunda dahi iyi Ra değerleri elde edilmektedir.

4- Talaş derinliği 0,01 mm olduğunda tüm yanıl kayma değerlerinde en yakın Ra değerleri (birbirine eşit sayılabilecek şekilde) elde edilmektedir. Buradan; işleme zamanı açısından yanıl kayma 8 mm ve talaş derinliği 0,01 mm seçildiğinde daha doğru bir tercih yapılır şeklinde bir sonuç çıkarılabilir.

En yumuşak taşlardan biri olan taş cinsi 4 (EKR46K6V) için ölçülen Ra değerleri ile ilgili sonuçların grafiksel gösterimi şekil 6.23'te gösterilmektedir.



Şekil 6.23. Taş cinsi 4 (EKR46K6V) için farklı yanıl kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

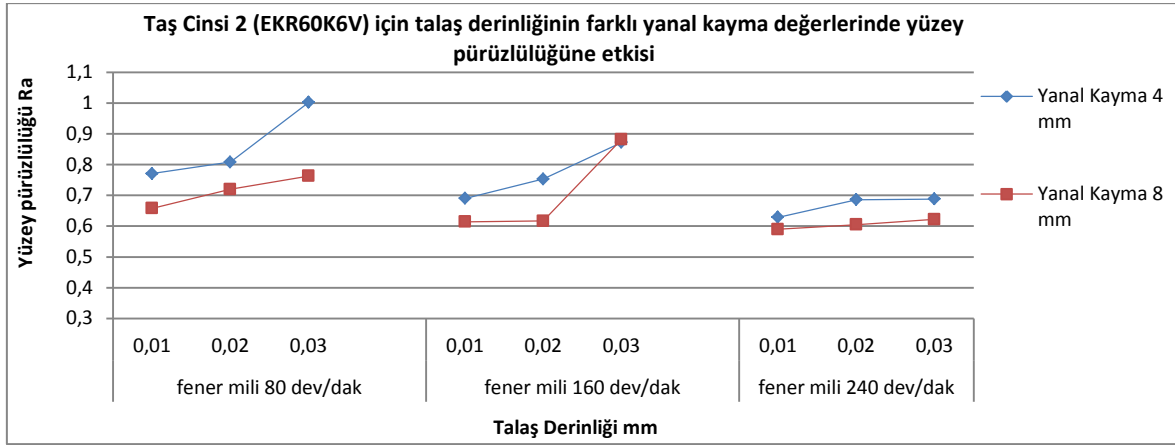
Taş cinsi 4 için aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir:

1- Taş cinsi 4 benzer şekilde en düşük Ra değerlerini en düşük talaş derinliği olan $a=0,01$ mm olduğu durumlarda sergilemektedir. Tüm yanıl kayma değerlerinde ve fener mili devirlerinde talaş derinliği arttıkça Ra yüzey pürüzlülük değerleri artmıştır. Bu durum sadece fener mili devrinin 240 dev/dak ve talaş derinliğinin $a=0,02$ mm olduğu durumda farklılık göstermektedir.

2- Taş cinsi 4 te fener milinin 160 ve 240 dev/dak olduğu durumlarda talaş derinliği $a=0,02$ mm olduğu durumda her iki yanıl kayma değerinde de birbirine eşit sayılabilecek Ra değerleri elde edilmektedir.

3- Bu taş cinsinde diğer taş cinsleri aynı şekilde fener mili devri arttıkça her yanıl kayma değeri ve talaş derinliğinde Ra değerlerinde azalma görülmektedir.

En yumuşak taş cinsi olarak kullanılan taş cinsi 2 (EKR60K6V) için elde edilen Ra değerlerinin grafiksel gösterimi ise şekil 6.24'te gösterilmektedir.



Şekil 6.24. Taş cinsi 2 (EKR60K6V) için farklı yanal kayma değerlerinin talaş derinliğine bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Yukarıdaki grafik incelendiğinde taş cinsi 2 (EKR60K6V) için şu sonuçlara varılabilir;

1- En yumuşak taş cinsi olan taş cinsi 2 (EKR60K6V) yine yumuşak taş cinsi 4 (EKR46K6V) ile aynı yönde davranış sergilemektedir.

2- Diğer tüm taşlarla aynı şekilde her talaş derinliği grubunda ve yanal kayma grubunda fener mili devri arttıkça Ra değeri iyileşmektedir.

3- Genel olarak yanal kayma miktarı 8 mm olduğunda yanal kayma miktarı 4 mm değerine göre daha iyi Ra değerleri elde edilmektedir.

4- Yanal kayma değeri 4 mm olduğunda tüm fener mili devirlerinde ve artan talaş derinliklerinde ve yanal kayma değeri 8 mm olduğunda da en kötü Ra değeri $a=0,03$ mm talaş derinliğinde, en iyi Ra değeri ise $a=0,01$ mm talaş derinliğinde elde edilmektedir.

Yukarıda her taş cinsi için ayrı ayrı yanal kayma değeri ile yüzey pürüzlülüğü (Ra) arasındaki ilişki incelenmiştir. Tüm taş cinsleri göz önüne alındığında ise şu değerlendirmeleri yapmak mümkündür:

Taş cinsi 3 (NK46O5V) , taş cinsi 1 (NK60N5V) ve taş cinsi 5 (NK36P5V) yanal kayma 4 mm olduğu durumda benzer davranışlar sergilemektedir. Yanal kayma 8 mm olduğu durumda ise taş cinsi 5 (NK36P5V), taş cinsi 2 (EKR60K6V) ve taş cinsi 4 (EKR46K6V) aynı davranışları sergilemektedir.

Taş 2 (EKR60K6V) ve taş cinsi 5 (NK36P5V) benzer davranışlar sergilemekte ve Ra değerlerinde eşit kategorilerde en büyük farklılıkları göstermektedirler.

Tüm taş cinslerinde fener mili devrinin artmasına bağlı olarak aynı yanal kayma değerlerinde yüzey pürüzlülüğünde (Ra) azalma görülmektedir.

. Tüm taş cinslerinde fener mili devri 240 dev/dak olduğunda yüzey pürüzlülüğünde (Ra) en iyi değerler vermekte ve birbirine yakın Ra değerleri elde edilmektedir.

En iyi Ra değerlerini taş cinsi 4 (EKR46K6V) ve taş cinsi 5 (NK36P5V) vermektedir. Bu da en düşük talaş derinliğinde oluşmaktadır.

Tüm taş cinsleri içinde en iyi yüzey pürüzlülüğü (Ra) performansı $a=0,01$ mm talaş derinliğinde, yanal kayma 4 mm ve fener mili 240 dev/dak parametrelerinde taş cinsi 4 (EKR46K6V) tarafından elde edilmektedir.

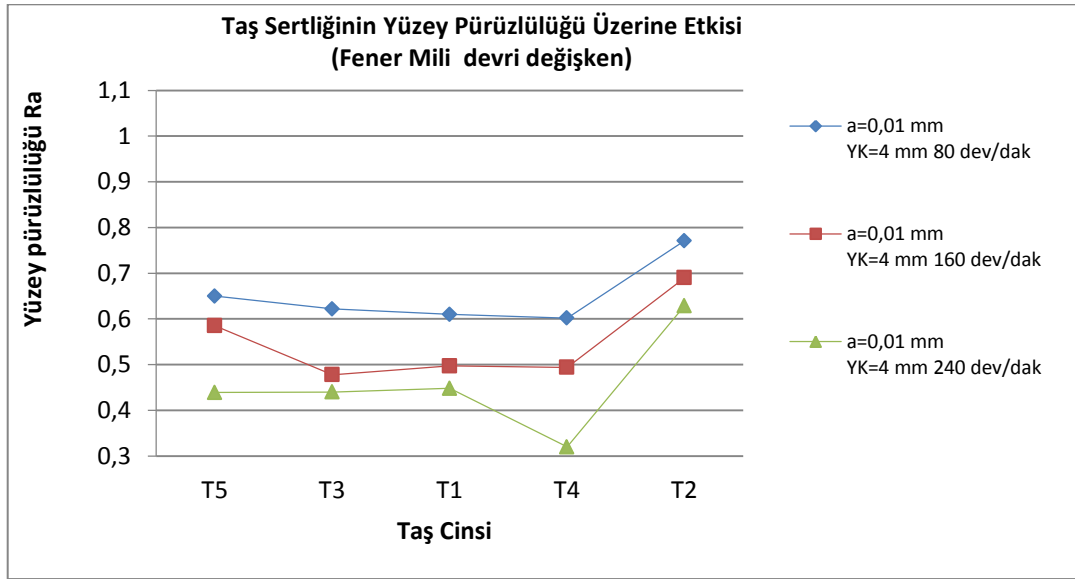
6.2.3. Taş Sertliği İle Yüzey Pürüzlülüğü Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Taşlama işleminin şüphesiz en önemli parametrelerinden biri taşın içyapısındaki bağlayıcı, aşındırıcı, aşındırıcı tanecik sayısı, aşındırıcı taneciklerin sertlik özellikleri gibi unsurlar içeren taş cinsinin (taş sertliği diye de tabir edilir) özelliğidir ve bu özelliğin taşlama işlemi üzerindeki etkisinin oldukça yoğun olduğu daha önceki çalışmalarda değinilmiştir. Bu nedenle geliştirilen sistemde yeni modelin incelenmesinde yüzey pürüzlülüğü üzerine taş cinsinin dolayısıyla da taş sertliğinin etkisi incelenmiştir. Daha önce de bahsi edildiği üzere yeni model 5 farklı taş cinsi üzerinde denenmiş ve sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu taşlar en sertten en yumuşağa doğru sertlik derecelerine göre NK36P5V (taş cinsi 5), NK46O5V (taş cinsi3), NK60N5V (taş cinsi 1), EKR46K6V (taş cinsi 4) ve EKR60K6V (taş cinsi2) taşlarıdır. Kullanılan bu taşlar ebat olarak üretimde olmadığından özel olarak yeni model için üretilmişlerdir. Bu taşlama taşları arasında Ra yüzey pürüzlülüğü açısından sonuçlar farklı fener mili devirlerinde, farklı talaş derinliklerinde ve farklı yanal kayma değerlerinde ayrı ayrı incelenerek etkileri incelenmiş ve hangi şartlarda hangi cins taşın daha iyi olduğu gözlemlenmiştir.

6.2.3.1. Farklı Fener Mili Devirlerinin Etkisi

Geliştirilen sistemde tüm taş cinsleri 3 farklı fener mili devrinde denenmiş olup bu devirler 80 dev/dak, 160 dev/dak ve 240 dev/dak şeklinde belirlenmiştir. Tüm taş cinsleri arasındaki kıyaslama, farklı fener mili devirleriyle farklı talaş derinliklerinde önce yanıl kayma değeri sabit tutularak Ra üzerindeki etkisi incelenmiş, aynı kıyaslama ayrıca diğeryanıl kayma değeri de gözlemlenmiştir. Talaş derinliği olarak 3 farklı değery seçilmiş olup bunlar 0,01mm, 0,02 mm ve 0,03 mm şeklinde ve yanıl kayma değeryleri de 4 mm ve 8 mm olarak belirlenmiştir.

Yanıl kayma 4 mm de ve $a=0,01$ mm talaş derinliğinde farklı fener mili devirlerinin Ra üzerindeki etkisi, taş cinsleri arasındaki ilişki bakımından şekil 6.25'te verilmektedir.



Şekil 6.25. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği ($a=0,01$ mm) ve yanıl kayma miktarına (4 mm) bağılı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Şekil 6.25 incelendiğinde şu şekilde sonuçlara ulaşmak mümkündür;

Fener mili devri yükseldikçe tüm taş sertliklerinde daha iyi Ra değeryleri elde edilmektedir.

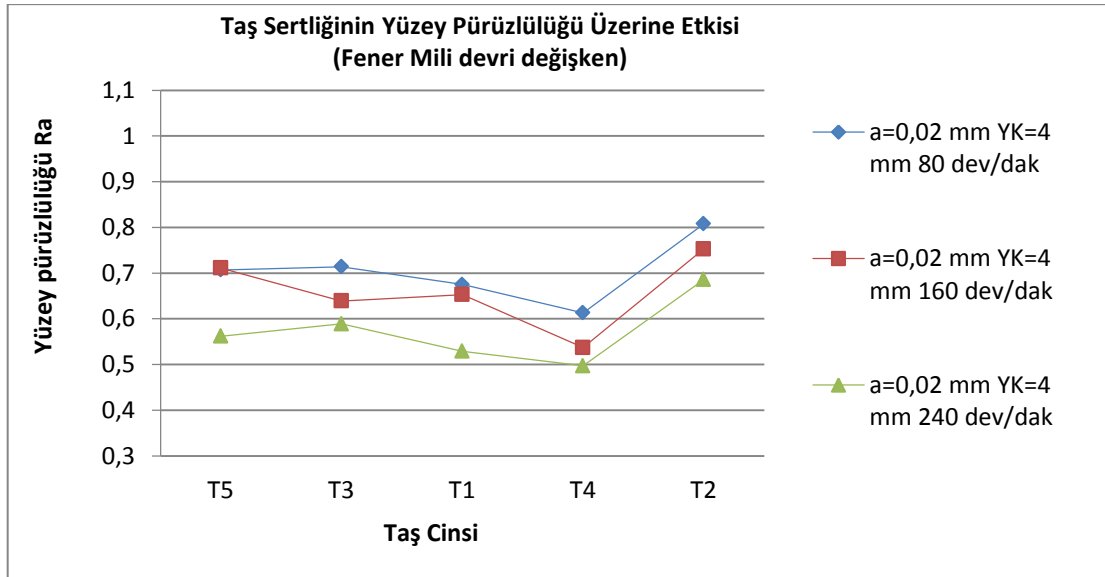
Taş cinslerinin davranışları genel anlamda sıralama olarak fener mili devrinin artışına bağılı olarak aynı davranışları sergilemektedir.

$a=0,01$ mm talaş derinliğinde ve yanal kayma 4 mm değerinde en iyi yüzey pürüzlülüğü performansını en yumuşak ikinci taş cinsi olarak T4 (EKR46K6V) vermekte ve en kötü performansı ise en yumuşak taş cinsimiz olarak T2 (EKR60K6V) vermektedir.

Taş cinsleri arasındaki yüzey pürüzlülüğünün Ra değeri açısından sıralama fener mili devri 240 dev/dak olduğunda (T4-T5-T3-T1-T2) şeklindedir. Fener mili devrinin düştüğü diğer durumlarda ise sıralama (T4-T1-T3-T5-T2) şeklindedir. Bu sıralama fener mili devri 80 dev/dak da en kötü ancak fener mili devri 240 dev/dak da ise en iyi performansı sergilemektedir. Taş sertliklerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisine ait herhangi bir kural konulamamaktadır.

Fener mili devirlerinin farklı uygulamalarında Ra değerleri birbirine en yakın şekilde en kötü Ra değerleri üreten T2 (EKR60K6V) verirken birbirine en uzak değerleri T4 (EKR46K6V) taşı vermektedir. Bu nedenle T4 taşını doğru parametrelerde kullanmak önemli bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yine aynı şekilde Yanal kayma 4 mm de ve $a=0,02$ mm talaş derinliğinde farklı fener mili devirlerinin Ra üzerindeki etkisi taş cinsleri arasındaki ilişki bakımından şekil 6.26'da verilmektedir.



Şekil 6.26. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği ($a=0,02$ mm) ve yanal kayma miktarına (4 mm) bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Bu taş cinsi de $a=0,01$ mm olan şekil 6.26'dakine benzer şekilde davranış eğilimleri sergilemektedir. Şöyleki;

Benzer şekilde fener mili devri arttıkça daha düşük Ra değerleri elde edilmektedir.

$a=0,02$ mm talaş derinliğinde taş cinsleri arasında en az Ra sapmaları elde edilmektedir.

Ra performansları $a=0,01$ mm talaş derinliğine göre daha stabil durumda olmakta ama Ra değerlerinin düşük çıkması açısından da yüksek fener mili devirlerinde $a=0,01$ mm talaş derinliği daha iyi sonuçlar vermektedir.

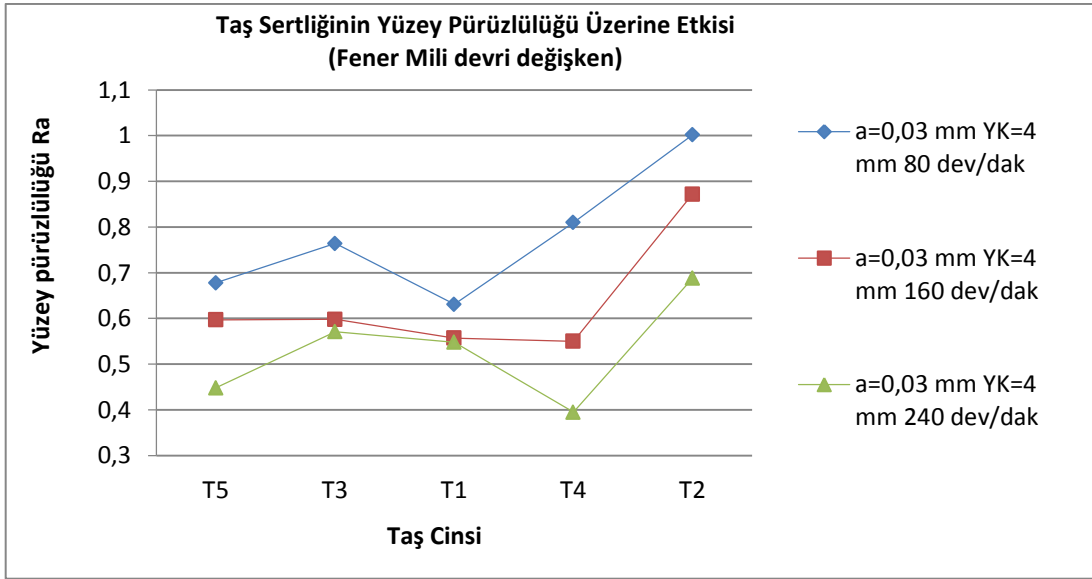
En iyi Ra performansı her fener mili devrinde yine T4 taş cinsinde elde edilmektedir.

$a=0,02$ mm talaş derinliğinde T5-T3 ve T1 (NK serisi olan taşlar) birbirine yakın Ra değerleri vermektedir.

Burada da en kötü Ra performansı T2 taş cinsinde elde edilmektedir.

Talaş derinliği tüm taş cinslerinde $a=0,02$ mm olduğunda $a=0,01$ mm derinliğe göre daha yüksek Ra yüzey pürüzlülük değerleri vermektedir.

Son olarak yanıl kayma 4 mm de ve $a=0,03$ mm talaş derinliğinde farklı fener mili devirlerinin Ra üzerindeki etkisi taş cinsleri arasındaki ilişki yönüyle şekil 6.27'de verilmektedir.



Şekil 6.27. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği ($a=0,03$ mm) ve yanıl kayma miktarına (4 mm) bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Şekil 6.27 incelendiğinde tüm taş cinslerinin $a=0,03$ mm de ve yanıl kayma 4 mm değerindeki Ra üzerindeki etkileri şu şekilde özetlenebilir;

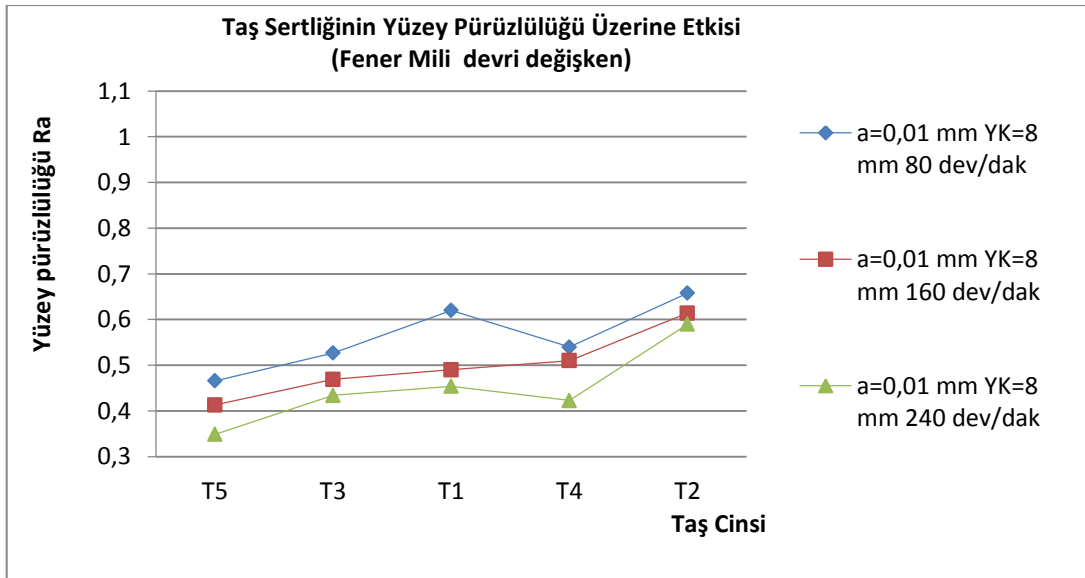
Bu talaş derinliğinde yukarıda açıklanan diğer iki talaş derinliğine göre daha kararsız bir davranış görülmektedir.

Genel anlamda burada da aynı eğilim görülmekte olup fener mili devrinin artmasına bağlı olarak Ra değerinde iyileşme görülmektedir.

T4 (EKR46K6V) taş cinsi bu talaş derinliğinde fener mili devrinin 240 ve 160 dev/dak olduğu durumda en iyi Ra değerini vermekte olup düşük fener mili devrinde ise bu özelliğini yitirmektedir. Bu nedenle T4 taşı yüksek fener mili devirlerinde çalıştırılmalıdır.

Bu talaş derinliğinde her taş cinsinin kendi farklı fener mili devirlerindeki Ra değerindeki sapmalarda oldukça farklı bir görüntü arz etmektedir. Ancak tüm fener mili devirlerinde yüzey pürüzlülüğündeki en az sapma T1 taşından elde edilmektedir.

Şimdi, yukarıda anlatılan 4 mm olan yanal kayma değeri 8 mm olarak değiştirildiğinde elde edilen sonuçların değişimi $a=0,01$ mm olarak incelendiğinde şekil 6.28'deki grafik elde edilmektedir.



Şekil 6.28. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği ($a=0,01$ mm) ve yanal kayma miktarına (8 mm) bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi

Grafik incelendiğinde $a=0,01$ mm ve yanal kayma 8 mm değerleri için şu sonuçlara ulaşmak mümkündür;

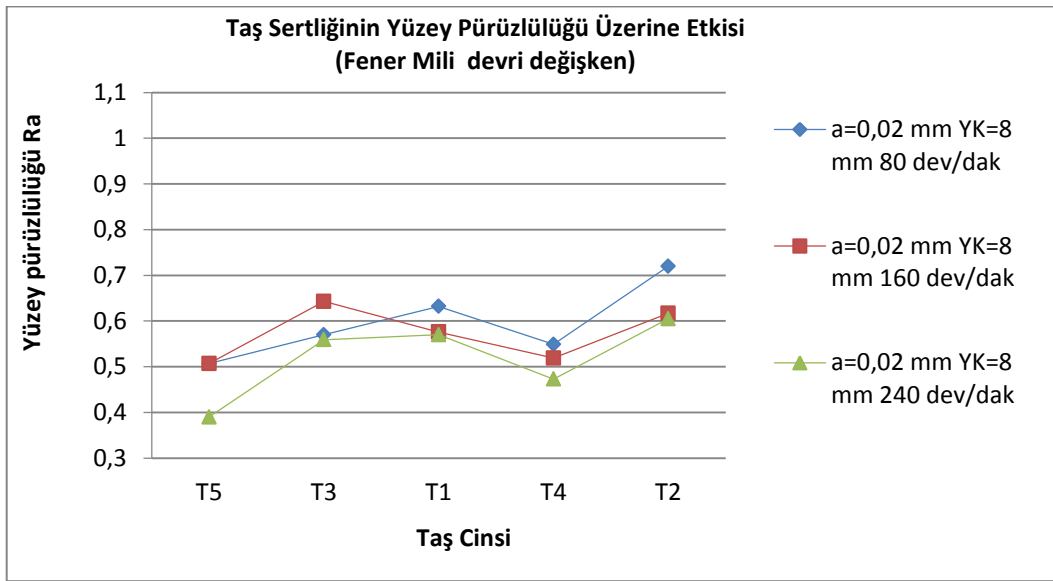
Diğer tüm parametrelerdeki ne benzer şekilde fener mili devri arttıkça her taş cinsi kendi kategorisinde daha iyi Ra değeri vermektedir.

Yanal kayma 8 mm çıkarıldığında yanal kayma 4 mm deki en iyi performansı gösteren T4 (EKR46K6V) taş cinsimiz yerini T5 (NK36P5V) e bırakmaktadır.

Yanal kayma 8 mm ve $a=0,01$ mm talaş derinliğinde tüm fener mili devirlerinde en iyi Ra değerini üreten taş cinsleri arasındaki sıralama T5-T4-T3-T1-T2 şeklinde oluşmakta, en kötü performansı yanal kayma 4 mm de olduğu gibi T2 vermektedir.

Tüm taş cinsleri içinde bütün fener mili devirlerinde en düşük Ra değerlerindeki sapma en kötü Ra değeri üreten T2 taşında oluşmaktadır. T2 taşı en kötü taş olmasına rağmen en iyi Ra sapma değerlerini vermektedir.

Yanal kayma 8 mm ve $a=0,02$ mm talaş derinliğinde olduğunda Ra değerleri arasında şekil 6.29'dakine benzer bir grafik elde edilmektedir.



Şekil 6.29. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği ($a=0,02$ mm) ve yanal kayma miktarına (8 mm) bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Yanal kayma 8 mm ve talaş derinliği $a=0,02$ mm olduğundaki yukarıdaki grafik incelendiğinde şu sonuçlar söylenebilir;

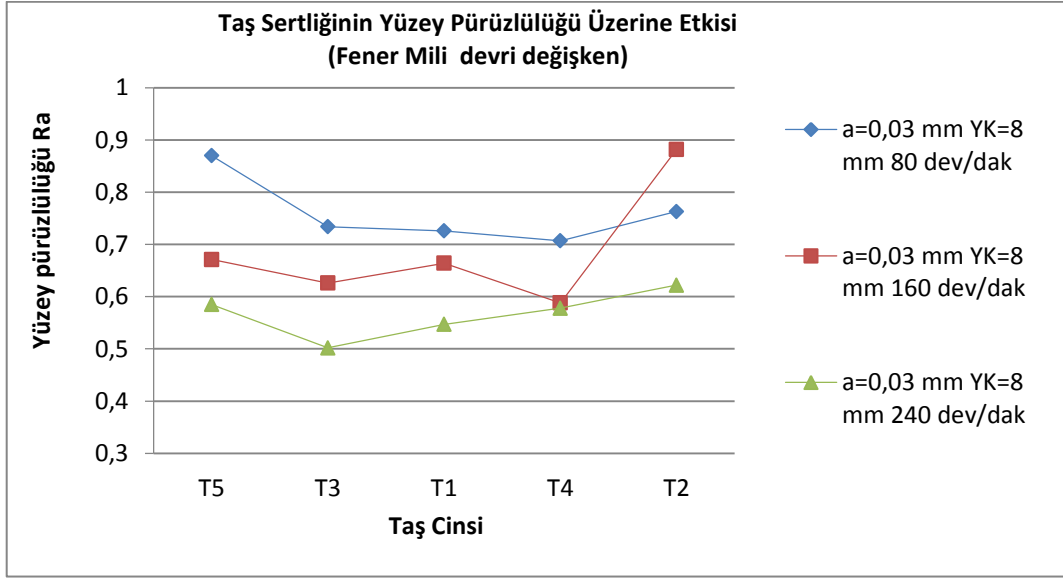
Yanal kayma 4 mm ve $a=0,02$ mm talaş derinliğine benzer şekilde en kararlı ve birbirine en yakın Ra değerleri yanal kayma 8 mm de $a=0,02$ mm'de de görülmektedir.

Yanal kayma 8 mm $a=0,01$ mm talaş derinliğine benzer şekilde T5 en iyi T2 ise en kötü Ra değerini vermektedir.

Bu talaş derinliğinde fener mili devirleri arasındaki sapmalar yanal kayma 4 mm deki aynı şartlardakine benzer olarak en aza inmektedir.

Diğer tüm şartlardaki kesme parametrelerinde olduğu gibi bu talaş derinliğinde ve yanal kayma değerinde de fener mili devri arttıkça Ra değerinde daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

Yanal kayma miktarı 8 mm ve $a=0,03$ mm talaş derinliği için elde edilen yüzey pürüzlülüğü sonuçlarına göre şekil 6.30'daki gibi bir grafik elde edilmektedir.



Şekil 6.30. Tüm taş cinslerinin sabit talaş derinliği ($a=0,03$ mm) ve yanal kayma miktarına (8 mm) bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi

Yukarıdaki grafik incelendiğinde $a=0,03$ mm talaş derinliği ve yanal kayma 8 mm parametreleri için şu sonuçlara varılabilir;

Yanal kayma 4 mm de olduğu gibi en kararsız sonuçlar bu talaş derinliğinde oluşmaktadır.

Genel anlamda diğer tüm parametrelerde olduğu gibi burada da fener mili devri arttıkça Ra değerlerinde düşme meydana gelmektedir.

En iyi Ra değerleri T3 ve T4 taş cinslerinde en kötü Ra değerleri ise T2 taşında oluşmaktadır.

Tüm bu grafikler incelendiğinde ise fener mili il taş cinsleri ve dolayısıyla taş sertlikleri arasında genel anlamda şu esaslar belirlenebilir:

1- Tüm şartlarda fener mili devri ile Ra yüzey pürüzlülük değerinde ters orantı vardır ve fener mili devri arttıkça Ra değeri düşmektedir.

2- En kararlı Ra değerleri tüm yanal kayma miktarlarında ve $a=0,02$ mm talaş derinliğinde elde edilmekte ve bu talaş derinliğinde fener mili devrilerindeki farklı

değerlerdeki ve kendi kategorilerindeki her taş cinsinde Ra sapmaları birbirine daha yakın elde edilmektedir.

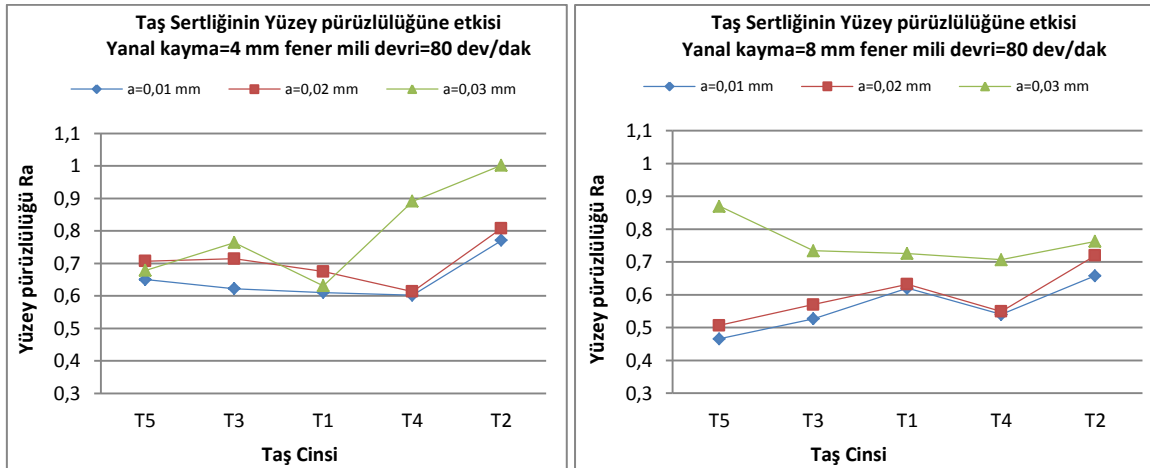
3-. Genel olarak tüm talaş derinliklerinde ve yanal kayma miktarlarında fener mili devri yüksek seçildiğinde T5 ve T4 taşları Ra yüzey pürüzlülük değeri bakımından en iyi performansları sergilemektedirler. En kötü performansı ise T2 sergilemektedir.

4- Tüm taş cinslerinde her taş için genel geçer olacak şekilde diğer talaş derinliklerine ve yanal kayma miktarlarına göre en iyi Ra sonucu $a=0,01$ mm talaş derinliğinde ve fener mili devri 240 dev/dak olduğu zaman alınmaktadır.

6.2.3.2. Farklı Talaş Derinliklerinin Etkisi

Taş sertliklerinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisinin incelenmesinde farklı talaş derinliklerinin etkisinin incelenmesi amacıyla her bir sabit fener mili devrinde ve sabit yanal kayma miktarlarında farklı talaş derinliklerinde mukayese edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla tüm taş çeşitleri üç farklı talaş derinliğinde, fener mili devri sabit tutularak farklı yanal kayma değerlerinde karşılaştırılmıştır. Böylece taş sertliklerinin kıyaslanması yapılmıştır.

Fener mili devri 80 dev/dak için yanal kayma 4 mm ve 8 mm değerlerindeki Ra değişimleri farklı talaş derinliklerinde denenmiş ve şekil 6.31'deki grafik elde edilmiştir.



Şekil 6.31. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (80 dev/dak) ve farklı yanal kayma miktarlarına ve talaş derinliklerinde Ra üzerindeki etkisi

Şekil 6.31'deki grafik incelendiğinde talaş derinliğinin Ra üzerindeki etkisi ile ilgili olarak şu sonuçlar çıkarılabilir;

Hem yanal kayma 4 mm ve hem de yanal kayma 8 mm değerinde T2 taşı genel anlamda en kötü Ra değerlerini vermektedir.

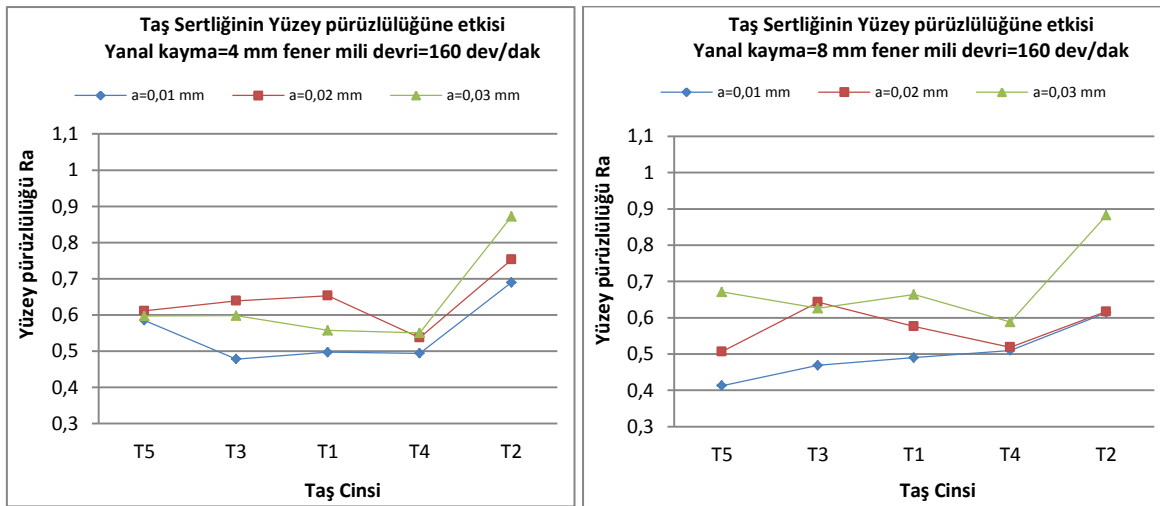
$a=0,01$ mm talaş derinliği ve tüm yanal kayma değerlerinde en iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri tüm taş cinslerinde elde edilmektedir. Talaş derinliği arttıkça Ra yüzey pürüzlülük değerleri de doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu durum sadece yanal kayma miktarının 4 mm olduğu durumda T1 ve T5 taşlarında $a=0,03$ mm talaş derinliğinde değişmektedir.

Yanal kayma 8 mm olduğunda düşük talaş derinliklerinde T5 cinsi taş en iyi yüzey pürüzlülüğünü vermektedir.

Yanal kayma 4 mm olduğunda $a=0,01$ ve $a=0,02$ mm talaş derinliklerinde T4 cinsi taş en iyi Ra değerlerini üretmektedir. Bu nedenle T4 taş cinsi yanal kayma 4 mm olduğunda yüksek talaş derinliklerinde kullanılmamalıdır.

T1 taş cinsi tüm talaş derinliklerinde ve tüm yanal kayma miktarlarında birbirine oldukça en yakın Ra yüzey pürüzlülük değerleri üretmektedir. Bir başka deyişle standart sapması en az taş cinsi T1 taş cinsidir.

Fener mili devri 160 dev/dak için yanal kayma 4 mm ve 8 mm değerlerindeki Ra değişimleri farklı talaş derinliklerinde denenmiş ve şekil 6.32'deki grafik elde edilmiştir.



Şekil 6.32. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (160 dev/dak) ve farklı yanal kayma miktarlarına ve talaş derinliklerinde Ra üzerindeki etkisi

Yukarıdaki veriler göz önüne alındığında yanal kayma 4 ve 8 mm için ve fener mili devri 160 dev/dak için şu sonuçlara ulaşmak mümkündür.

Fener mili devri 80 dev/dak gibi burada da yanal kayma miktarının tüm değerlerinde $a=0,01$ mm talaş derinliğinde en iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri elde

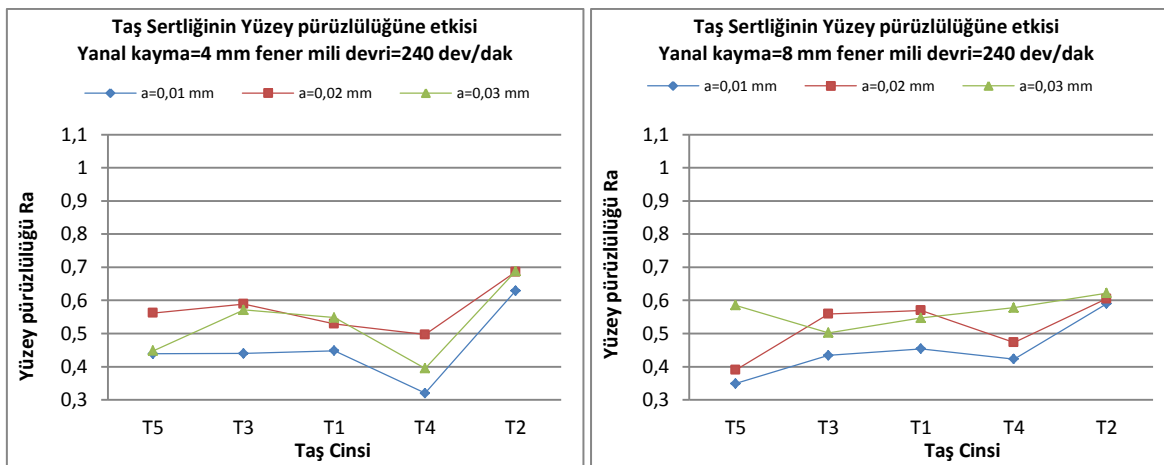
edilmektedir. Talaş derinliği arttıkça Ra yüzey pürüzlülük değerlerinde her iki yanal kayma miktarında da aynı şekilde artış olmakta, bu durum sadece yanal kayma miktarının 4 mm olduğu durumda T5, T3 ve T1 taşlarında farklılık göstermektedir.

Yanal kayma 4 mm ve 8 mm olduğunda T4 taş cinsi birbirine eşit olabilecek şekilde Ra değeri vermektedir. Dolayısıyla T4 kullanılacaksa yanal kayma 8 mm değerinde en yüksek talaş derinliğinde işlem yaptırılması zaman açısından önem kazanacaktır. Ancak iyi yüzey kalitesi istenildiği durumlarda T5 taşı yanal kayma miktarı 8 mm olacak şekilde kullanılmalıdır.

T2 cinsi taş cinsinde yanal kayma değeri 8 mm iken en fazla standart sapmayı verecek şekilde Ra değeri vermektedir. Bu durum yanal kayma 4 mm olduğunda T3 cinsi taşta meydana gelmektedir.

Tüm taş cinsleri fener mili devrinin 80 dev/dak olduğu durumdan kendi kategorilerindeki kıyaslamalarda daha iyi Ra yüzey pürüzlülük değeri üretmektedir.

Fener mili devri 240 dev/dak için yanal kayma 4 mm ve 8 mm değerlerindeki Ra değişimleri farklı talaş derinliklerinde denenmiş ve şekil 6.33'teki grafik elde edilmiştir.



Şekil 6.33. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (240 dev/dak) ve farklı yanal kayma miktarlarına ve talaş derinliklerinde Ra üzerindeki Etkisi

Fener mili devrinin 240 dev/dak olduğu ve yanal kayma miktarının 4 ve 8 mm olduğu durumlarda talaş derinliğine bağlı olarak Ra değerlerinde yukarıdaki grafikler göz önüne alındığında şu sonuçlar çıkarılabilir.

Fener mili devri arttığında tüm taş cinsleri her iki yanal kayma miktarında da diğer fener mili devirlerine göre daha iyi Ra değerleri vermektedir.

Tüm taş cinslerinde diğer fener mili devrilerindeki gibi en düşük Ra değerleri en düşük talaş derinliği olan a=0,01 mm değerinde elde edilmektedir.

T2 taş cinsi her yanal kayma değerinde ve talaş derinliğinde en kötü Ra sonucunu vermektedir. Ancak bu taş cinsi en yakın standart sapma değerlerini üretmektedir. Başka bir deyişle bu taş cinsi tüm yanal kayma değerlerinde birbirine çok yakın Ra değerleri üretmektedir.

En iyi Ra değeri yanal kayma 8 mm olduğu durumda T5 taş cinsi iken bu yanal kayma değeri 4 mm olduğunda T4 taşında görülmektedir.

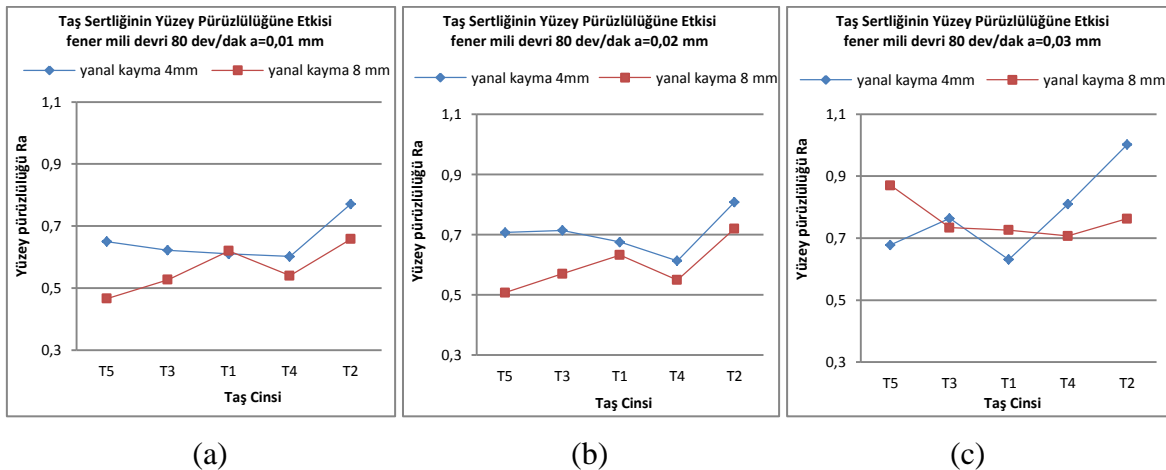
T5 taşı yanal kayma 8 mm olduğunda $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm de en iyi Ra değerlerini üretmektedir. Düşük talaş derinliklerinde bu taş cinsi büyük yanal kaymalarda kullanılması zaman bakımından kazanç sağlayacaktır.

T4 taşı yanal kayma 4 mm olduğunda tüm talaş derinliklerinde en iyi sonucu vermektedir. Bu taş cinsi düşük yanal kayma miktarlarında kullanılmalıdır.

6.2.3.3. Farklı Yanal Kayma Miktarının Etkisi

Yeni yöntemin taş sertliği ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişkinin farklı yanal kayma miktarlarındaki sonucunun incelenmesi gerekmektedir. Bunun için sistemde iki farklı yanal kayma miktarı olarak 4 mm ve 8 mm seçilmiştir. Her bir yanal kayma miktarı sabit devir sayılarında, farklı talaş derinlikleri seçilerek denenmiştir.

Yapılan işlemlerden ilk olarak farklı talaş derinliklerinin fener mili devri 80 dev/dak seçilerek parçaların işlenmesi ile elde edilen Ra değerlerinin grafiksel gösterimi şekil 6.34'te gösterilmektedir.



Şekil 6.34. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (80 dev/dak) ve farklı yanal kayma miktarlarına bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi

Yukarıdaki grafikler incelendiğinde fener mili devri 80 dev/dak olduğunda taş cinslerinin yanal kayma miktarına bağlı olarak farklı talaş derinliklerindeki Ra değerleri üzerindeki etkisi olarak şunlar söylenebilir:

Düşük talaş derinliklerinde (grafik a ve b) en iyi yüzey pürüzlülüğü yanal kayma 8 mm olduğunda T5 taş cinsi en iyi performansı sergilemektedir.

En kötü Ra değerleri de (grafik a ve b) yanal kayma 4 mm ve 8 mm miktarında yine düşük talaş derinliklerinde T2 taş cinsinde oluşmaktadır.

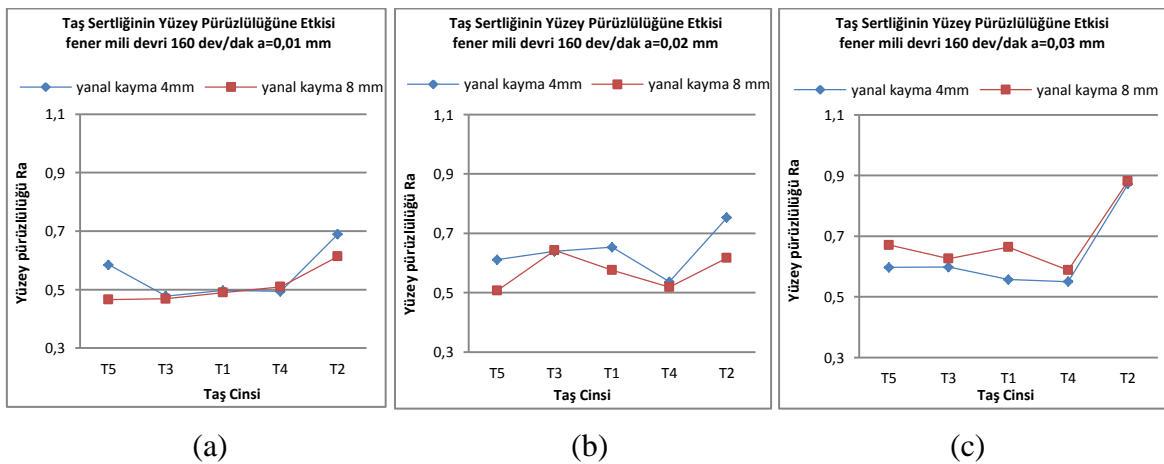
$a=0,03$ mm talaş derinliğinde Ra değeri olarak en kararsız durum oluşmaktadır (grafik c). Burada herhangi bir taş cinsi için kriter belirlemek oldukça güçtür.

Talaş derinliği $a=0,01$ ve $a=0,02$ mm değerinde (grafik a, b ve c) yanal kayma 8 mm ve 4 mm değerlerinin tümünde en iyi Ra değerleri elde edilmektedir.

Genel olarak tüm talaş derinliklerinde yanal kayma 8 mm de daha iyi Ra değerleri elde edilirken $a=0,03$ mm talaş derinliğinde T5 ve T1 taş cinsi farklı davranış sergilemektedirler.

Düşük talaş derinliklerinde (grafik a ve b) yanal kayma miktarlarının her ikisi arasındaki Ra farkı en az T1 de görülürken yüksek talaş derinliğinde T3 taşında en az Ra değeri farkı görülmektedir. Dolayısıyla düşük talaş derinliği, daha hassas yüzey ve yüksek yanal kayma değerlerinde T1 taşı, yüksek talaş derinliği, daha az hassas yüzey ve yüksek yanal kayma değerlerinde T3 taşı seçilmelidir.

Bir diğer uygulama olarak farklı talaş derinliklerinin fener mili devri 160 dev/dak seçilerek parçaların işlenmesi ile elde edilen Ra değerlerinin grafiksel gösterimi şekil 6.35'te gösterilmektedir.



Şekil 6.35. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (160 dev/dak) ve farklı yanal kayma miktarlarına bağlı olarak Ra üzerindeki etkisi

Şekil 6.35'teki tüm grafikler (a, b ve c) incelendiğinde fener milinin 160 dev/dak değerindeki yanal kayma miktarına bağlı olarak şu sonuçlar söylenebilir:

Tüm taş cinsleri fener mili 80 dev/dak olduğu durumdakine benzer şekilde, düşük talaş derinliklerindeki davranışlarına benzer davranış sergilemektedirler. Aynı şekilde talaş derinliği $a=0,01$ mm olduğu durumda en iyi Ra değerleri elde edilmektedir.

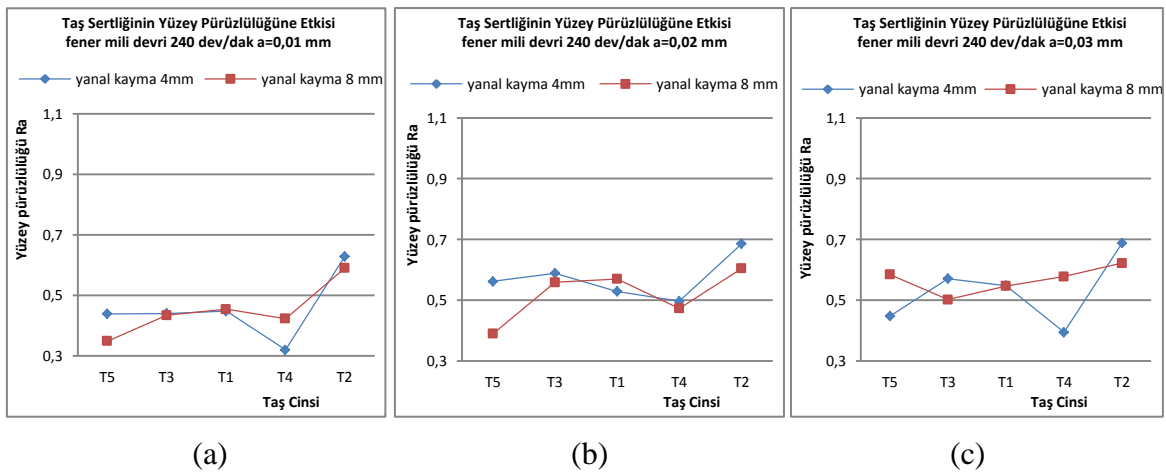
Burada tüm talaş derinliklerinde T4 taş cinsinde her iki yanal kayma miktarlarında en yakın Ra değerleri elde edilmektedir.

Grafik a ve b de $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm talaş derinliğinde görüldüğü üzere yanal kayma 8 mm de yanal kayma 4 mm ye göre tüm taş cinslerinde daha iyi Ra değerleri elde edilmektedir. $a=0,03$ mm talaş derinliğinde ise (grafik c) bu durum tam tersi olacak şekilde yanal kayma 4 mm olduğunda daha düşük Ra değerleri elde edilmektedir. Böylece bu fener mili devrinde yüksek talaş derinlikleri haricinde yanal kayma miktarı yüksek tutulmalıdır. Yüksek talaş derinliğinde ise yanal kayma miktarı düşük tutulmalıdır.

Genel anlamda $a=0,03$ mm talaş derinliğinde (grafik c) Ra değerlerindeki kararsız yapı devam etmektedir.

Tüm yanal kayma miktarlarında (grafik a, b ve c) T3 ve T4 taş cinslerinde Ra değerleri birbirine en yakın değerlerde çıkmaktadır.

Bir diğer uygulama olarak farklı talaş derinliklerinin fener mili devri 240 dev/dak seçilerek parçaların işlenmesi ile elde edilen Ra değerlerinin grafiksel gösterimi şekil 6.36'da gösterilmektedir.



Şekil 6.36. Tüm taş cinslerinin sabit fener mili (240 dev/dak) ve farklı yanal kayma miktarlarına bağlı olarak Ra üzerindeki Etkisi

Şekil 6.36'daki grafikler incelendiğinde fener milinin 240 dev/dak olduğunda yanal kayma değerine bağlı olarak şu sonuçlara varılabilir;

Tüm talaş derinliklerinde genel olarak tüm taş cinslerinde yanal kayma 8 mm olduğunda yanal kayma 4 mm ye göre daha iyi Ra değeri vermektedir. Bu durum sadece birkaç durum hariç tüm taşlarda geçerli bir durumdur.

Tüm taş cinslerinde talaş derinliği $a=0,01$ mm olan en küçük değerde en iyi Ra yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmektedir.

$a=0,03$ mm talaş derinliğinde (grafik c) taş cinslerindeki kararsızlık devam etmektedir.

Benzer şekilde bu fener milinde de tüm yanal kaymalarda genellikle T2 taş cinsi en kötü performansı göstermektedir.

Genel olarak fener mili devrinin artmasına bağlı olarak tüm yanal kayma değerlerinde Ra değerlerinde düşüş görülmektedir.

Talaş derinliğinin $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm olduğu durumlarda yüksek yanal kayma miktarlarında en iyi performansı T5 taş cinsi vermektedir.

Tüm fener mili ve yanal kayma değerleri ile ortaya çıkan ve talaş derinliğine bağlı olarak elde edilen grafikler incelendiğinde ise genel olarak şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

1- Genel olarak Ra değerleri tüm yanal kayma değerlerinde 240 dev/dak fener mili devirlerinde en düşük değerleri bulmakta, böylece fener mili devri ile Ra arasında bu durumda da ters orantı olduğu görülmektedir.

2- Talaş derinliğinin $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm olduğu durumlarda tüm fener mili devirlerinde ve yanal kayma 8 mm olduğu zaman, yanal kayma 4 mm olduğu duruma göre Ra yönünden daha iyi sonuçlar elde edilmektedir.

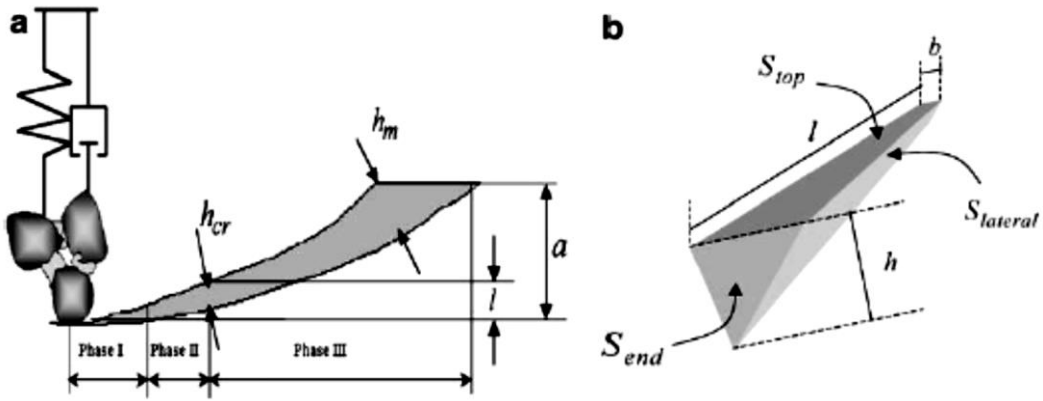
3- Genel olarak tüm durumlarda T2 taş cinsi Ra yönünden en kötü performansı sergilemektedir.

4- Genel anlamda $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm talaş derinliklerinde her iki yanal kayma değerlerinde birbirine yakın Ra değerleri elde edildiğinden, bu talaş derinliklerinde işlem yapıldığında yüksek yanal kayma değerlerinin seçilmesi zaman kazanımı sağlayacaktır.

5- Talaş derinliğinin $a=0,01$ mm ve $a=0,02$ mm olduğu ve fener mili devrinin tüm devirlerinde yanal kayma değeri 8 mm olduğunda en iyi performansı T5 cinsi en sert taş vermektedir.

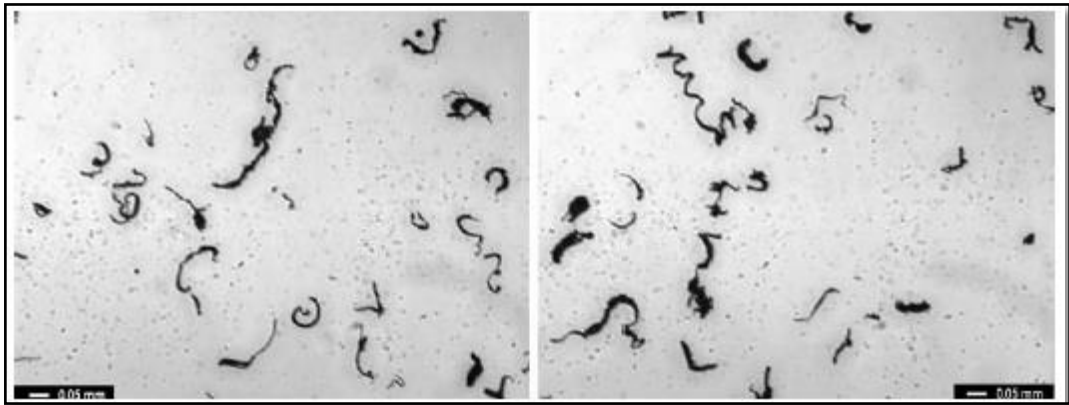
7. TALAŞ MODELİ

Günümüze kadar taşlama işlemi ile ve özelde kesme teknolojisi üzerine yapılan birçok bilimsel araştırma incelendiğinde birçok bilim adamının hem talaş oluşum modelleri hem de bu talaş modeli üzerinden kesme parametrelerinin hesaplanması gibi çalışmalarda bulunduğu görülecektir. Bunlardan Hecker ve diğerleri [33] yaptıkları çalışmada şekil 7.1'de gösterilen şekliyle talaş kesitini modelleyerek bu model üzerinden kesme parametreleri üzerinde çalışmışlardır.



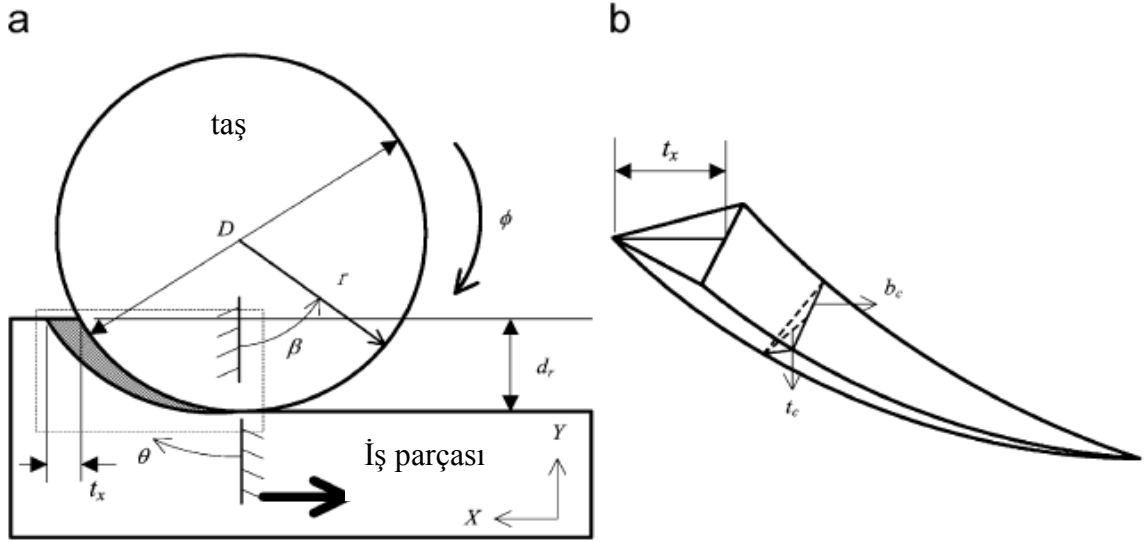
Şekil 7.1. Oluşturulan talaş modeli

Bu talaş modeli ile elde edilen talaşlar incelenmiş ve oluşturulan modelle çıkan talaşlar karşılaştırılmış ve benzer görüntüler elde edilmiştir (şekil 7.2) [33].



Şekil 7.2. Çıkan talaşların fotoğrafik görüntüleri

Benzer şekilde Chang ve Wang, [34] benzer bir çalışma yapmışlar ve şekil 7.3'te benzer bir talaş kesiti oluşturmuşlar ve bu model üzerinden deneysel olarak araştırmalar yapmışlardır.



Şekil 7.3.a) Taşlama geometrisi ve iş ve taş geometrisi b) Tek bir taneciğin oluşturduğu talaş kesiti [34].

Talaşın oluşum modeli üzerine önceki kısımlarda değinildiği üzere birçok çalışma yapılmış ve bu konuda çok fazla modelleme yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmada oluşan talaş şekilleri öncelikle numuneler taşlanırken kuru ortamda çıkan talaşlar kağıt örtü üzerine alınmış, alınan bu talaş numuneleri lam ve lameller arasına alınarak deney numuneleri halinde şekil 7.4'te görüldüğü şekliyle mikroskop altında incelenmiştir.



Şekil 7.4. Oluşan talaşların lamellere alınması

Burada kullanılan mikroskop NIKON Eclipse TS 100 F modeli olup şekil 7.5'te görülmektedir.



Şekil 7.5. Deney numunelerinin incelenmesi için kullanılan NIKON marka mikroskop

Kullanılan mikroskop özellikleri şöyle özetlenebilir:

◆ AIR MP yüksek çözünürlüklü galvano tarama ünitesi ve 512 x 512 pixel 30 fps ile 420 fps band tarama hızı olan yüksek hızlı resonant tarama ünitesine sahiptir.

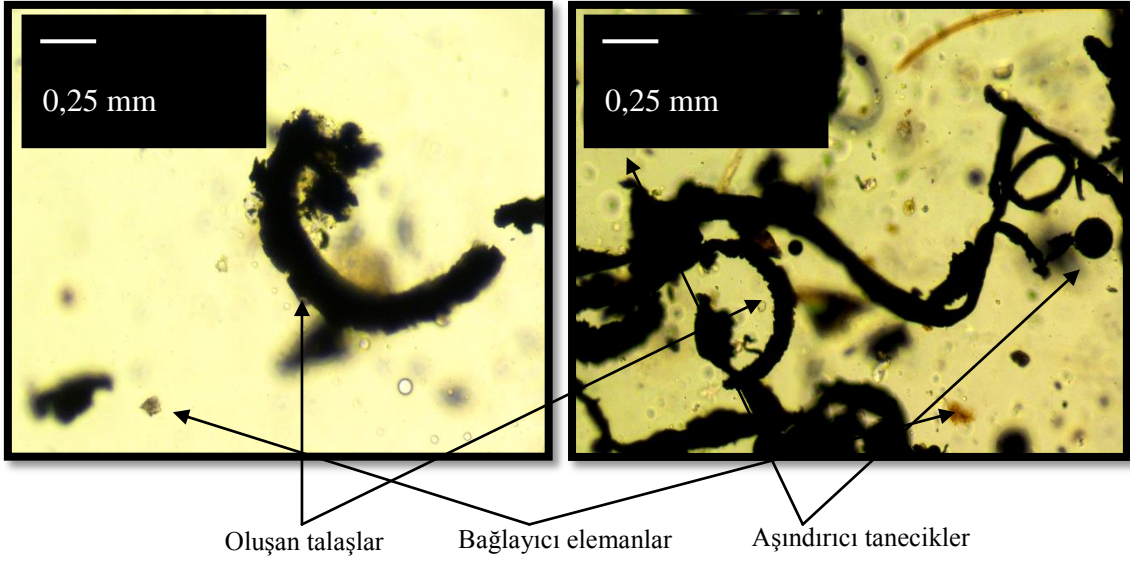
◆ Yeni 4 kanallı non-descanned detektörler sayesinde yüksek hassasiyette görüntü kazanımı ve birbirine çok yakın boyları keskin bir şekilde spektral olarak ayırmakta ve yüksek kontrastta spektral analiz imkanı sağlanmaktadır.

◆ Max 4096 x 4096 pixel tarama çözünürlüğü

◆ 512x512 pixel 30 fps.Resonant tarama modülü (420 fps.)4 Kanallı Non-descanned detektör sayesinde numunede derin boyutta inceleme

◆ Hexagonal pinhole açıklığı (%30 daha fazla ışık)4 PMT standart detektör ve 32 Kanallı Spektral Detektör

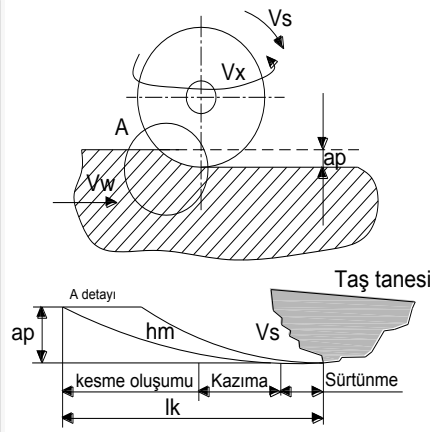
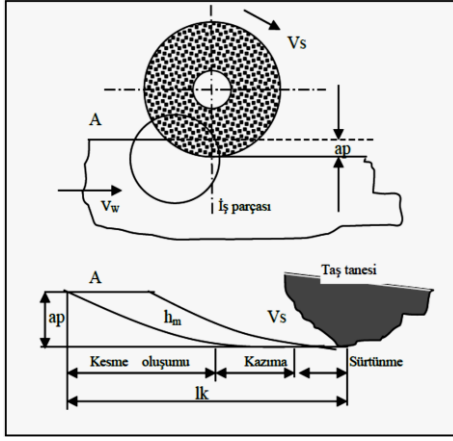
Mikroskop altında inceleme 1/40 oranında büyütülerek çekilen fotoğraflar sonucu oluşan bu talaş şekillerinin Hecker ve diğerlerinininkine [33] benzer olarak şekil 7.6'da gösterilen talaş şekilleri oluşmuştur.



Şekil 7.6. Oluşturulan sistemle elde edilen talaşların mikroskobik görüntüsü

J.S.Colton [77] yapmış oldukları çalışmada taşlama işlemi ile oluşan talaş kesitini inceleyerek, kaldırılan talaş miktarı ile ilişkili olarak taşlama kuvvetleri, oluşan ısı ve enerji üzerinde matematik modelleme yaparak taşlama işlemini formülize etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada ortaya düzlem yüzey taşlama işleminde elde edilen iki boyutlu talaş kesiti incelenmiş, iki boyutlu bu model üzerinden model türetilmiştir.

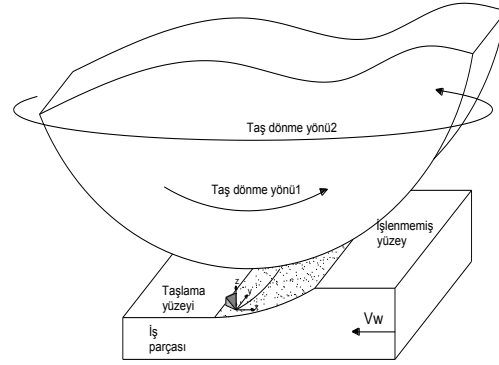
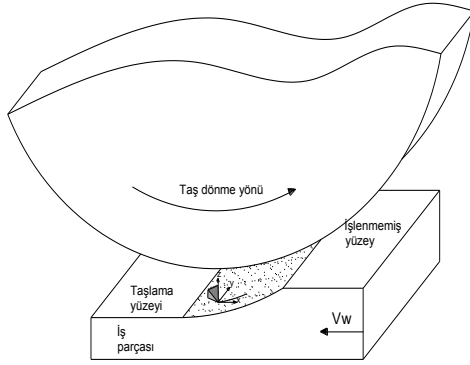
Bu çalışmada J.S.Colton'un [77] geliştirmiş olduğu iki boyutlu talaş modelindeki (şekil 7.7 a) matematik modelleme aynen korunarak, buna ilave olarak bu çalışmada elde edilen talaş kesiti (şekil 8.7 b) ve yoluna bağlı olarak elde edilen talaş hacmi ile oluşturulan yeni matematik modeli geliştirilmiş ve taşlama kuvvetleri, enerji ve sıcaklık modelleri oluşturulmuştur. Colton'un modeli üzerine dördüncü bölümde (formül 4.23-4.50 arası) detaylı bilgi daha önce verilmişti. Diğer modellerde elde edilen taşlama taşı hareketi ile yaptığımız çalışmada oluşturulan taş hareketi benzer ve farklı yönleri ile şekil 7.7'de a ve b şekillerinde gösterilmektedir.



V_s : Taş 1. dönme kesme hızı
 V_x : Taş 2. dönme kesme hızı
 V_w : İş parçası ilerleme hızı
 ap : talaş derinliği
 l_k : kesme uzunluğu
 h_m : talaş kesiti

a)

b)

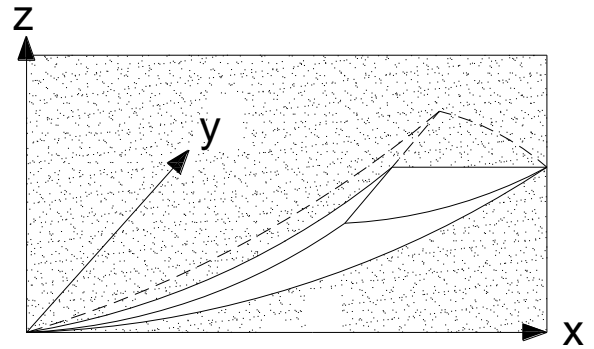
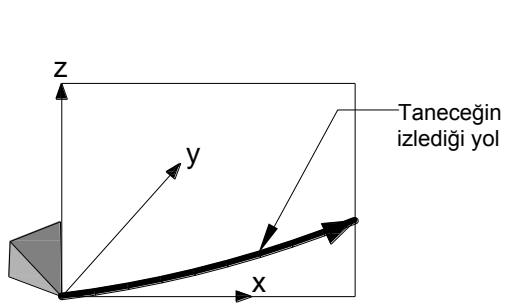


a)

b)

Şekil 7.7. a) Önceki talaş oluşumu ve taş dönme hareketleri b) Yapılan çalışmadaki talaş oluşumu ve taş dönme hareketi

Bütün bu hareketler incelendiğinde bilinen klasik işleme şekliyle oluşan talaşın 2 boyutlu şekli şekil 7.8'de gösterildiği gibidir.

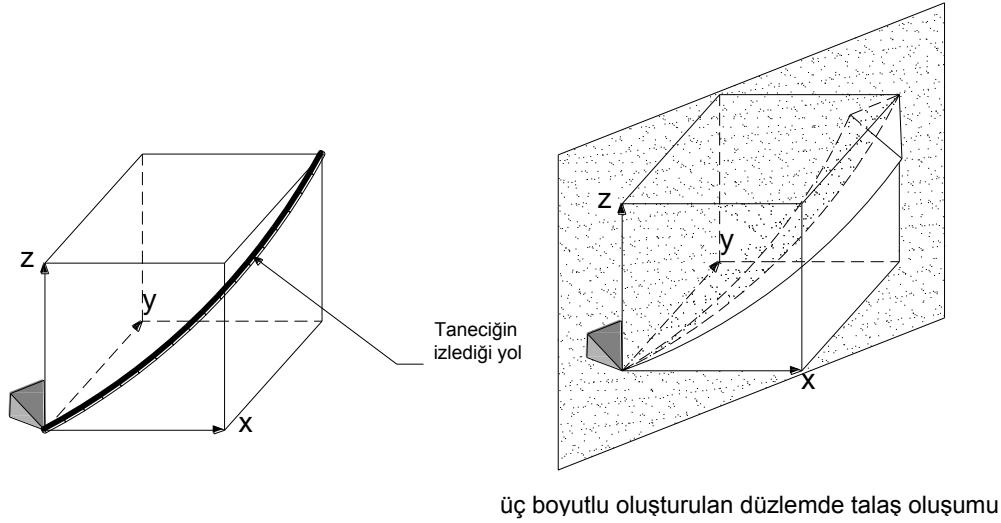


iki boyutlu düzlemde talaş oluşumu
Klasik model

Şekil 7.8. Düzlem yüzey taşlamada klasik talaş yolu ve oluşan talaş kesiti

Şekil 7.8 incelendiğinde talaş yolu x ve z düzleminde oluşmaktadır. Burada z yönü talaş derinliğinin bir fonksiyonu, x yönü ise iş parçasının lineer yönde ilerleme değerinin bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada lineer ilerleme ayrıca taşın çevresel hızı ile bağlantılı olarak hesaplanmaktadır. Böylece hem kesme parametrelerinin hesaplanmasında hem talaş modeli oluşturulurken 2 boyutlu bir fonksiyon karşımıza çıkmaktadır [33,34].

Yapılan bu çalışmada ise taşlama taşına daha öncede bahsini ettiğimiz 2. dönme hareketi olan taşın radyal olmayan fener mili eksenini etrafındaki dönme hareketine bağımlı olarak 3 boyutlu parabolik bir talaş yolu oluşmaktadır (şekil 7.9).

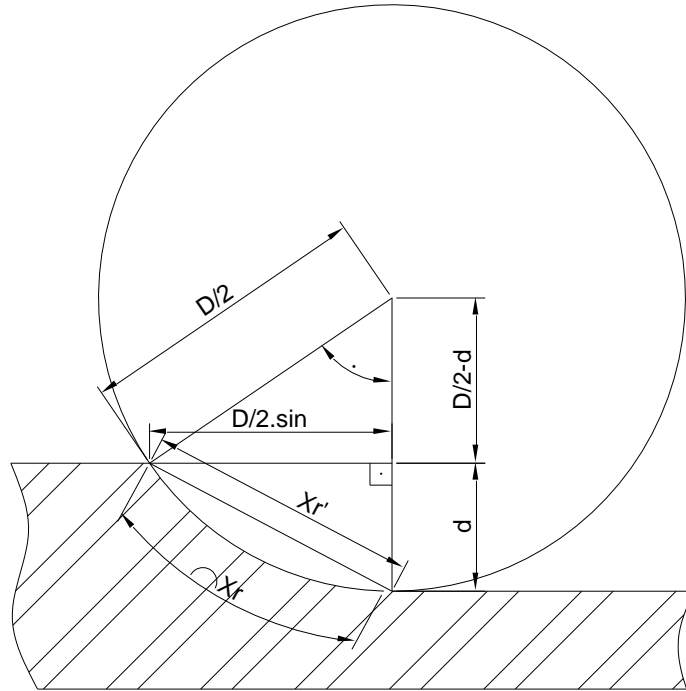


Şekil 7.9. Düzlem yüzey taşlamada oluşturulan yeni talaş yolu ve oluşan talaş kesiti

Şekil 7.9. incelendiğinde oluşturulan yeni sistemin sonucu olarak talaş yolu x, y ve z düzleminde diğer klasik yöntemlerden farklı olarak oluşmaktadır. Burada z yönü yine klasik yöntemdekine benzer olarak talaş derinliğinin bir fonksiyonu, x yönü de, klasik yöntemdekine benzer olarak iş parçasının lineer yönde ilerleme değerinin bir fonksiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak tüm bunlardan farklı olarak y yönünde oluşturduğumuz yeni sistemdeki 2. dönme hareketinin sonucu olarak ayrı bir talaş yolu oluşmaktadır. Y yönü taşın ikinci dönme hareketi olan fener mili dönme hareketine bağımlı olarak oluşmaktadır. Tüm bunların bileşkesi olarak karşımıza x yönü iş parçasının ilerleme değerine bağımlı, z yönü talaş derinliğine bağımlı olarak ve y yönü ise taşın fener mili dönme hareketine bağımlı olarak 3 boyutlu bir fonksiyon karşımıza çıkmaktadır.

Klasik yöntem taşlama yönteminde toplam kaldırılan talaş oranının yukarıda şekil 7.8’de gösterilen düzlem yüzey taşlamada klasik talaş yolu ve oluşan talaş kesitine bağlı olarak iki boyutta X ve Z yönünde bir parabol oluşturduğu görülmektedir. Daha önceki bölüm içeriğinde de bu kesite bağlı olarak talaş kesitinin oluşturulduğu ve bunun kaldırılan talaş oranı ile ilişkili olarak kesme kuvvetleri, güç hesapları, oluşan enerji ve sıcaklığın hesaplanmasında kullanıldığını görmüştük (bölüm 4 formül 4.23-4.50 arası). Geliştirilen yeni yöntemde buna benzer olarak kaldırılan talaş oranı yine talaş kesitine bağlı olarak geliştirildi ve yeni yöntemde iki farklı hareket türü olduğundan talaş kaldırma oranı şekil 7.9’da gösterildiği talaş kesitine bağlı olarak yeniden hesaplandı ve yeni hesaplamayla elde edilen kaldırılan talaş oranı kuvvet, güç, enerji ve sıcaklık hesaplamalarında kullanıldı. Bu nedenle öncelikle şekil 7.9’da gösterilen yeni talaş kesitine göre kaldırılan talaş oranının hesaplanması için modelleme yapılmalıdır.

Oluşturacağımız bu modelde tüm bu parametrelere bağlı bir modelleme yapılmalıdır. Öncelikle klasik modelin 2 boyutlu modeli üzerinde taşın iş parçası ve taşlama taşı ara yüzünde oluşan X_r yay uzunluğunu ve teorik olarak hesaplanan yay uzunluğunun X_r' olarak ifade edilen doğrusal boyu hesaplanırsa şekil 7.10’daki durum karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 7.10. Klasik düzlem yüzey taşlama işleminde iş parçası taş arayüzü

Burada;

Xr : İş parçası ve taşlama taşı temas yay uzunluğu mm

Xr' : İş parçası ve taşlama taşı temas yay uzunluğu doğrusal boyu mm

D : Taş çapı mm

d : Talaş derinliği mm

Xr yay uzunluğunu veren merkez kiriş açısını (θ) hesaplırsak;

$$\frac{D}{2} \cdot \cos \theta = \frac{D}{2} - d \quad (8.1)$$

Buradan;

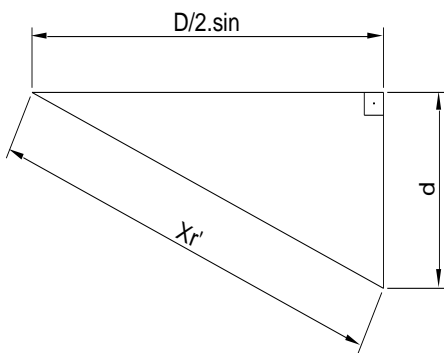
$$\cos \theta = \frac{\frac{D}{2} - d}{\frac{D}{2}} \rightarrow \rightarrow \rightarrow \cos \theta = 1 - \frac{2d}{D} \quad \theta = \cos^{-1} \left(1 - \frac{2d}{D} \right) \text{ bulunur.} \quad (8.2)$$

Burada Xr yay uzunluğu hesaplırsa;

$$Xr = \pi \cdot D \cdot \frac{\theta}{360} \quad \rightarrow \rightarrow \rightarrow \quad Xr = \pi \cdot D \cdot \frac{\arccos\left(1 - \frac{2d}{D}\right)}{360} \quad (8.3)$$

olarak hesaplanır.

Eğer Xr yay uzunluğu işlemlerde kolaylık olması açısından şekil 7.10'daki kiriş uzunluğu olarak Xr' olarak hesaplırsa;



$$(Xr')^2 = \left(\frac{D}{2} \cdot \sin \theta \right)^2 + d^2$$

$$(Xr')^2 = \frac{D^2}{4} \cdot \sin^2 \theta + d^2,$$

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \quad \text{bağıntısından}$$

$$(Xr')^2 = \frac{D^2}{4} (1 - \cos^2 \theta) + d^2,$$

$$(Xr')^2 = \frac{D^2}{4} \cdot \left(1 - \left(1 - \frac{2d}{D}\right)^2\right) + d^2,$$

$$(Xr')^2 = D \cdot d - d^2 + d^2,$$

$$Xr' = \sqrt{D \cdot d} \quad (8.4)$$

olarak hesaplanır.

Yukarıdaki formüllerden yapılan hesaplamalarda Xr gerçek yay uzunluğu ile buna bağlı olarak Xr' kiriş uzunluğunun matematik modeldeki hesaplamalarda farklarının gözlenmesi gerekmektedir. Bunu bir örnekle açıklarsak;

Taşlama taşı=75 mm (Sistemimizde kullanılan taş çapı)

Talaş derinliği= 1 mm (bu talaş derinliği değeri sembolik olarak alınmıştır.

Xr gerçek yay uzunluğu

$$Xr = \pi \cdot D \cdot \frac{\arccos\left(1 - \frac{2d}{D}\right)}{360}$$

formül 8.3'ten burada yerine konursa

$$Xr = \pi \cdot 75 \cdot \frac{\arccos\left(1 - \frac{2 \cdot 1}{75}\right)}{360}$$

Xr=8,68 mm olarak hesaplanır.

Aynı değerleri Xr' kiriş uzunluğu için kullanırsak;

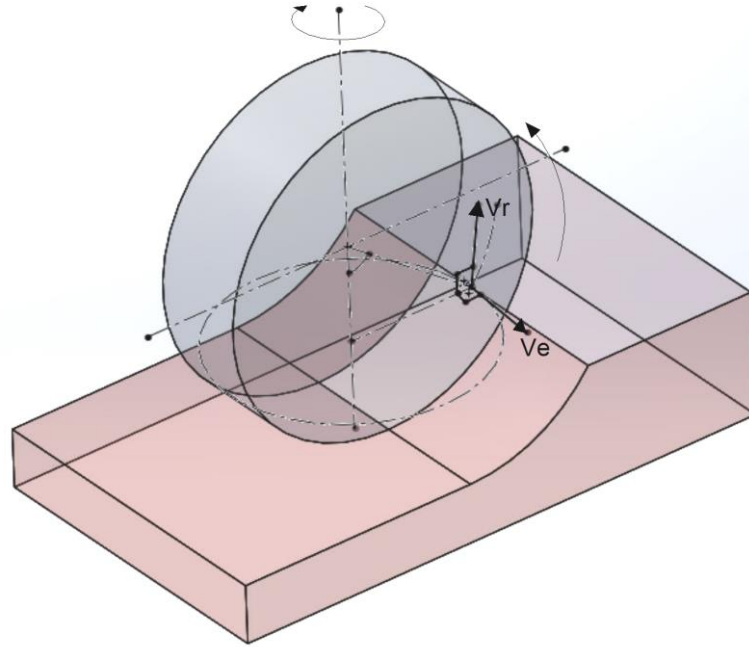
$$Xr' = \sqrt{D \cdot d}$$

formül 8.4'ten, burada değerler yerine konursa $Xr' = \sqrt{75 \cdot 1}$

Xr'=8,66 mm olarak hesaplanır.

X_r gerçek yay uzunluğu ile X_r' kiriş uzunluğu arasında görüldüğü üzere sadece 0,02 mm değerinde bir fark bulunmaktadır. Bu değer tolere edilebilir bir değerdir. Bu nedenle bundan sonraki hesaplamalarda kolaylık olması bakımından X_r' kiriş uzunluğu formülü (formül 8.4) baz alınarak hesaplama yapılacaktır.

Gerek kuvvet gerek güç ve gerekse enerji ve sıcaklık hesaplamalarında kullanılan talaş kaldırma oranının hesaplanması için yeni yöntemde elde edilen talaş kesiti ile elde edilen talaş kaldırma oranı için sistemin fener mili etrafındaki dönme hareketi olan ikinci dönme hareketinin oluşturduğu hareketin ve buna bağlı unsurların hesaplanması gerekmektedir. Şekil 7.11’de buna ilişkin üç boyutlu gösterim bulunmaktadır.



Şekil 7.11. Yeni sistemin hareket ve buna bağlı parametrelerinin gösterimi

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi sistemde iki farklı açısal hız ve çizgisel hız bulunmaktadır. Taşın klasik dönme hareketine bağlı olarak taşın radyal çizgisel hızı (V_r) ve açısal hızı (ω_r) birinci grup hızlar olup buna ilaveten taşın yeni sistemle elde edilen ikinci dönme hareketi olan fener mili etrafında dönmesi ile oluşan dik yöndeki açısal hız (ω_e) ve çizgisel hızıdır (V_e). Şekil 7.11’e ilişkin belirtilen elemanlar şunlardır:

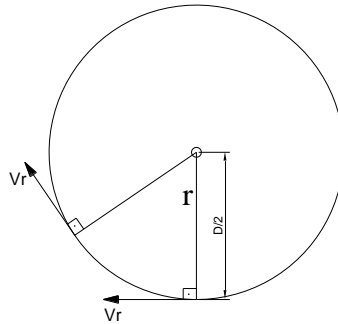
- ω_e : Taşın fener mili eksenine dönme hareketindeki açısal hız (rad/san),
 ω_r : Taşın radyal dönme hareketine bağlı açısal hız (rad/san),
 θ : Taş ile iş parçası arasındaki talaş temas yayı kiriş açısı (derece),
 V_e : Taşın fener mili dönme eksenindeki çizgisel (kesme) hızı (m/sn),
 V_r : Taşın radyal dönme eksenindeki çizgisel (kesme) hızı (m/sn)

Sistemdeki bu elemanların hesaplanması şu şekildedir. Genel matematiksel formüllerden açısal hız ve çizgisel hızın formülü şu şekildedir:

$$\text{Açısal hız: } \omega = \frac{2\pi.n}{60}, \quad \text{rad/san} \quad (8.5)$$

$$\text{Çizgisel hızı: } V = \omega \cdot r \quad \text{m/sn} \quad (8.6)$$

Şekil 7.12’de taşın kendi eksenini etrafında dönmesi ile elde edilen radyal çizgisel hızı (V_r) ve açısal hız (ω_r) gösterilmektedir.



Şekil 7.12. Taşlama taşının radyal kesme hızı

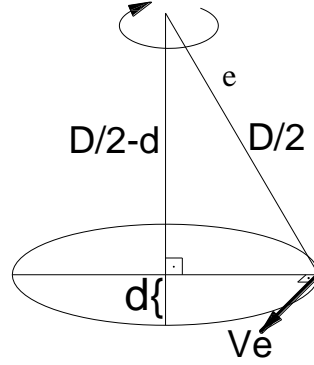
Formül 8.5 ve 8.6 da şekil 7.12’de verilen taşın radyal açısal hızının hesaplanması gerekmektedir.

Burada taşın çizgisel hızını (V_r) hesaplamak için formül 8.6’dan

$$V_r = \omega_r \cdot \frac{D}{2} \quad (8.7)$$

olarak hesaplanır.

Taşın fener mili etrafındaki ikinci dönme hareketi incelendiğinde fener mili etrafında dönmeye bağlı olarak koni şeklinde bir hareket oluşmaktadır. Bu durum şekil 7.13'te gösterilmektedir.



Şekil 7.13. Taşın ikinci dönme hareketine bağlı aksenal çizgisel hızı ve aksenal açısal hız

Yukarıda şekil 7.13'ten anlaşılacağı üzere (V_e) fener mili eksenini çizgisel hızının hesaplanması için

$$V_e = \omega e \cdot r \quad (8.8)$$

Formülde;

r = aksenal dönme yarıçapı, mm

olarak ifade edilmektedir. Yukarıda 8.8 formülünden yararlanılarak formül şekle göre yorumlanır ve elemanlar formüldeki yerine konulursa;

$$V_e = \omega e \cdot \sqrt{\frac{D^2}{2} - \left(\frac{D}{2} - d\right)^2} \quad (8.9)$$

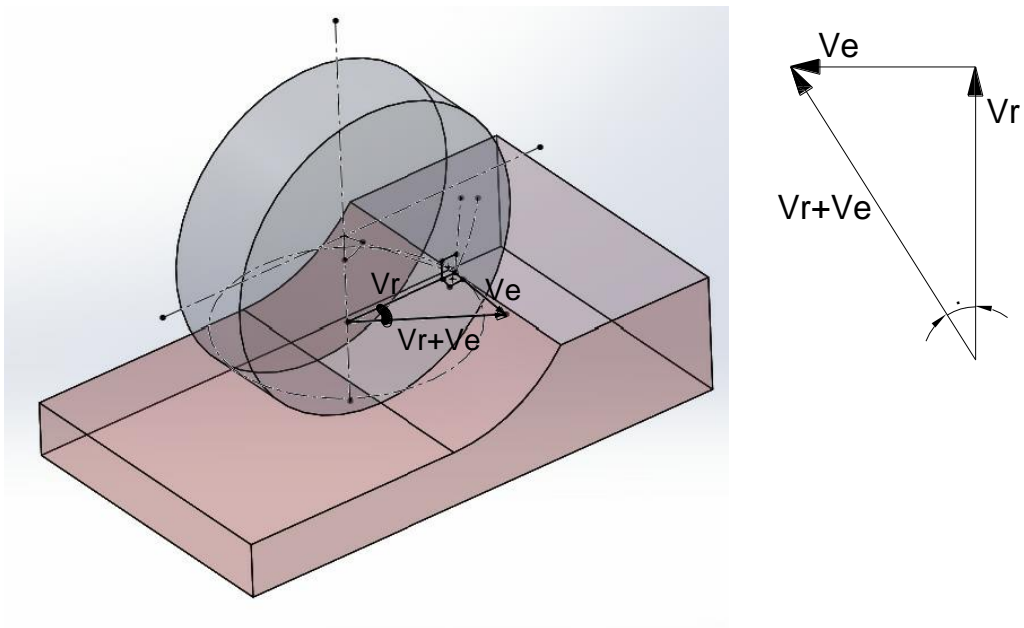
şeklinde bir formül elde edilir.

Geliştirilen sistemde yukarıdaki hem taşın radyal hareketinden ve hem de taşın yeni geliştirilen fener mili eksenindeki hareketinden dolayı;

1. Elde edilen parabolik talaş kesitinin talaş taş temas arayüzündeki parabolik yolunun hesaplanarak talaş boyunun bulunması ve buradan kaldırılan talaş oranının hesaplanması

2. Hesaplanan kaldırılan talaş oranı ile de hem enerji, hem güç ve hem de sıcaklık hesapları yapılması gerekmektedir.

Formül 8,3 ve 8.4'ten gerçek talaş uzunluğu olan parabolik talaş uzunluğu ile hesaplamalarda kolaylık olması açısından lineer olarak kabul edilen talaş boyu arasında çok fazla bir farkın olmadığı daha önce bahsedilmişti. Böylece yukarıda şekil 8.9'da gösterilen üç boyutlu talaş kesitindeki talaşın almış olduğu üç boyutlu parabolik yol lineer olarak kabul edilerek Radyal kesme kuvveti (V_r) ve eksenel kesme kuvveti arasındaki ilişki şekil 7.14'teki gibidir.



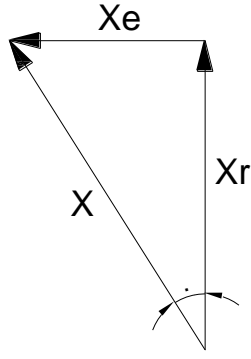
Şekil 7.14. V_e ve V_r arasındaki ilişki

Buradan;

$$\tan\theta = \frac{v_e}{v_r} = \frac{\omega_e \cdot \sqrt{\frac{D^2}{2} - \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}}{\omega_r \cdot (D/2)} \quad (8.11)$$

olarak yazılabilir.

Aynı model üzerinde talaş uzunlukları olarak sistem düşünüldüğünde karşımıza şekil 7.15'teki yapı çıkar. Burada benzer şekilde $\tan\theta$ X_e ve X_r nin arasındaki ilişki bakımından yazılırsa



Şekil 7.15. Xe ve Xr arasındaki ilişki

Şekilden şu bağıntı yazılabilir;

$$\tan\theta = \frac{X_e}{X_r} \quad (8.12)$$

Formül 8.11 ve 8.12 birbirine eşitlendiğinde aşağıdaki formül elde edilir.

$$\tan\theta = \frac{X_e}{X_r} = \frac{v_e}{v_r} = \frac{\omega e \cdot \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - d\right)^2}}{\omega r \cdot \frac{D}{2}} \quad (7.13)$$

şeklinde ifade edilebilir. Şekil 7.15'teki üçgenden;

$$X_e = X_r \cdot \tan\theta \quad (8.14)$$

yazılabilir. Buradan formül 8.4'ten Xr formülü ile 8.13 formülü birleştirilip 8.14 formülü yeniden düzenlenirse;

$$X_e = \frac{\sqrt{D \cdot d} \cdot \omega e \cdot \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - d\right)^2}}{\omega r \cdot \frac{D}{2}} \quad (8.15)$$

şeklinde yazılabilir.

Lineer üç boyutlu talaş uzunluğunun hesaplanması için şekil 7.15'teki Xr ve Xe üçgeni tekrar kullanılırsa;

$$X = \sqrt{Xr^2 + Xe^2} \quad (8.16)$$

şeklindedir. Formül 8.4 ile 8.15 yerine konursa;

$$X = \sqrt{D \cdot d + \left(\frac{\sqrt{D \cdot d} \cdot \omega e \cdot \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D-d}{2}\right)^2}}{\omega r \cdot \frac{D}{2}} \right)^2}$$

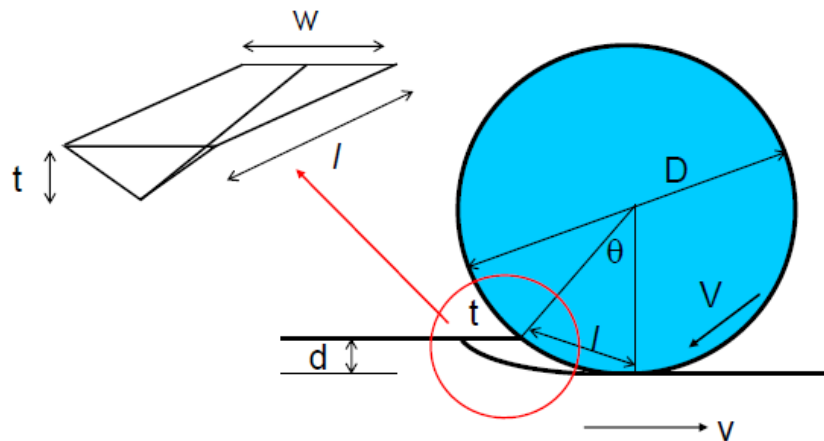
Buradan gerekli işlemler yapıldıktan sonra iki dönme hareketinin bileşkesi ile oluşan talaş uzunluğunun (X) formülü aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$X = \sqrt{\frac{D \cdot d + 4\omega e^2 \cdot d^2 \cdot (D-d)}{\omega r^2 \cdot D}} \quad (8.17)$$

olarak formülize edilebilir.

7.1. Kaldırılan Talaş Oranının Hesaplanması

Daha önce anlatıldığı üzere Colton yapmış olduğu çalışmada kaldırılan talaş oranının hesaplanmasında elde ettiği kesit şekil 7.16'daki gibidir.



Şekil 7.16. Colton'a göre klasik düzlem yüzey taşlamada talaş kesiti [78]

Bu konu talaş kuvvetlerinin hesaplanması bahsinde daha önce detaylı şekilde izah edilmiş ve Colton'a göre tüm parametrelerin hesaplanması da yine önceki bölümde anlatılmıştı. Burada tüm hesapların yapılabilmesi için kaldırılan talaş oranının hesaplanarak bu değer in güç, enerji ve sıcaklık hesaplarında kullanılması şeklinde bir yöntem seçilmiştir. Detaylı izahat önceki bölümde bulunmaktadır.

Burada talaş kesiti incelendiğinde üçgen prizma şeklinde oluştuğu kabul edildiğinde taş genişliğinin talaş derinliğine oranı r olarak ifade edilirse formül 4.25 te de belirtildiği üzere

$$r = \frac{w}{t} \approx 10 \text{ ila } 20 \quad (4.25)$$

şeklinde bir oran mevcuttur. Geliştirilen yeni sistemde şekil 7.9'da elde edilen talaş kesitinde de bu oran kullanılacaktır. Böylece talaş hacmi (kaldırılan talaş oranı KTO) ise;

$$KTO = Hacim_{talaş} = \frac{1}{2}w \cdot \frac{1}{2}t \cdot l = \frac{1}{4}w \cdot t \cdot l \quad (8.18)$$

olarak hesaplanacaktır.

Zamanın bir fonksiyonu olarak talaş hacmi hesaplamasında;

- | | |
|-------------------------------|---|
| t: talaş kalınlığı, mm | θ : talaş temas açısı, |
| w: talaş temas genişliği, mm | c: kesici kenar sayısı |
| b: talaş genişliği | V: kesme hızı |
| d: kesme derinliği | x: talaş uzunluğu |
| \mathcal{V} : ilerleme hızı | r: taş genişliğinin talaş derinliğine oranı |

olarak kabul edilirse, ayrıca V taşın çevresel hızı olarak kabul edilirse;

$$n = V \cdot b \cdot c \quad (8.19)$$

olarak yazılabilir. Burada her iki formül birleştirilirse;

$$KTO = v \cdot d \cdot b = n \cdot Hacim_{talaş} \quad (4.28)$$

şeklinde yazılabilir. Buradan;

$$v.d.b = V.b.c.\frac{1}{4}w.t.l. \quad (4.29)$$

$$w = r.t \quad (4.30)$$

Burada formül 4.29'da (l) sembolü talaş uzunluğunu ifade etmektedir. Geliştirilen sistemde ise yukarıda talaş uzunluğu 8.17 nolu formül olarak (X) olarak ifade edilmişti. 4.29 nolu formülde (l) yerine (X) ifadesini yerine koyarsak ve 4.30 formülü ile birleştirebilirsek;

$$v.d.b = V.c.b.\frac{1}{4}r.t.t.X$$

Burada X ifadesi yerine 8.17 deki karşılığı yazılırsa;

$$v.d.b = V.c.b.\frac{1}{4}r.t.t.\sqrt{D.d + \frac{4\omega e^2.d^2.(D-d)}{\omega r^2.D}},$$

Burada gerekli sadeleştirmeler yapıldığında (t) talaş kalınlığı;

$$t = \sqrt{\frac{4.v.d}{V.c.r.\sqrt{D.d + \frac{4\omega e^2.d^2.(D-d)}{\omega r^2.D}}}} \quad (8.20)$$

olarak formülize edilebilir.

7.2. Talaş İşleminde Enerji Oluşumu

Taşlama işlemi incelendiğinde oluşan enerjinin; talaş enerjisi, sürtünme enerjisi ve kayma enerjisinin toplamı olduğu görülecektir.

$$u = u_{talaş} + u_{sürtünme} + u_{kayma} \quad (4.35)$$

Toplam taşlama kuvveti;

Güç formülünden

$$Güç = u \cdot KTO \quad (4.36)$$

$$F_{taşlama} \cdot V = u \cdot v \cdot d \cdot b \quad (4.37)$$

$$F_{taşlama} = u \cdot \frac{v \cdot d \cdot b}{V} \quad (4.38)$$

Deneysel çalışmalar sonucu, talaş enerjisinde artışın sürtünme enerjisindeki azalmayla orantılı olduğu görülmektedir. Böylece;

$$u \propto \frac{1}{t} \quad \text{veya} \quad u = K_1 \cdot \frac{1}{t} \quad (4.39)$$

olarak daha önceki 4. bölümde hesaplanmıştı.

Tüm elde edilen veriler yerine konularsa

$$F_{taşlama} = K_1 \cdot \frac{1}{t} \cdot \frac{v \cdot d \cdot b}{V} \quad (4.40)$$

olarak yazılabilir. 4.40 nolu formülde (t) yerine 8.20 formül konularak düzenleme yapılırsa sonuç olarak aşağıdaki formül elde edilir.

$$F_{taşlama} = K_1 \cdot \sqrt{\frac{V \cdot c \cdot r \cdot \sqrt{\frac{D \cdot d + 4\omega e^2 \cdot d^2 \cdot (D-d)}{\omega r^2 \cdot D}}}{4 \cdot v \cdot d}} \cdot \frac{v \cdot d \cdot b}{V}$$

Burada tekrar bir düzenleme yapılırsa en son elde edilecek formül şu şekildedir;

$$F_{taşlama} = K_1 \cdot b \sqrt{\frac{d \cdot v \cdot c \cdot r}{4 \cdot V} \sqrt{\frac{D \cdot d + 4\omega e^2 \cdot d^2 \cdot (D-d)}{\omega r^2 \cdot D}}} \quad (8.21)$$

toplam taşlama kuvveti olarak hesaplanabilir.

7.3. Her Tanecik İçin Güç Hesabı

Geliştirilen sistemde her tanecik için güç hesabı yapılırken daha önceki bölümde taşlama teknolojisinde kesme kuvvetleri hesaplanırken formül 4.43'te;

$$F_{tanecik} = u \cdot Alan \quad (4.43)$$

şeklinde belirtilmişti. Ayrıca yine aynı şekilde aşağıdaki formüller daha önce 4. bölümde verilmişti.

$$F_{tanecik} = u \cdot \frac{1}{2} w \cdot t \quad (4.44)$$

$$w = r \cdot t \quad (4.45)$$

$$u = K_1 \cdot \frac{1}{t} \quad (4.39)$$

ve buna bağlı olarak ta formül 4.46 ise en son olarak;

$$F_{tanecik} = K_1 \frac{1}{t} \cdot \frac{1}{2} \cdot r \cdot t \cdot t \quad (4.46)$$

şeklinde verilmişti. Yine aynı şekilde bu bölümde formül 8.20'de de ;

$$t = \sqrt{\frac{4 \cdot v \cdot d}{V \cdot c \cdot r \cdot \sqrt{\frac{D \cdot d + 4 \omega e^2 \cdot d^2 \cdot (D-d)}{\omega r^2 \cdot D}}}} \quad (8.20)$$

şeklinde belirtilmişti. Yeni geliştirilen sistemde yeni taş ve yüzey arayüzüne bağlı olarak elde edilen talaş kesitinin parabolik üç boyutlu olduğu belirtilmiş ve bu yola bağlı olarak ta talaş kalınlığı formülü 8.20'de hesaplanmıştı. Bu nedenle formül 8.20'deki (t) talaş kalınlığı formül 4.46'daki formülde yerine konursa;

$$F_{tanecik} = K_1 \cdot \sqrt{\frac{v \cdot r}{V \cdot c} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{D \cdot d + 4 \omega e^2 \cdot d^2 \cdot (D-d)}{\omega r^2 \cdot D}}}} \quad (8.22)$$

formülü yeni geliştirilen sistemde her bir taneciğin taşlama kuvveti olarak hesaplanır.

7.4. Taşlama İşleminde Sıcaklık

Taşlama tekniğinde oluşan sıcaklığın hesaplanmasında taşlanan alana bağlı yapılan bir hesaplama söz konusudur. Dolayısıyla bu alana bağlı olarak sıcaklık hesaplamaları yapılmaktadır. Daha önceki bölümde de ele alındığı gibi taşlama sıcaklığı 4.49'da belirtilmişti.

$$\Delta T = K_2 \cdot \frac{u.b.l.d}{b.l} = K_2 \cdot K_1 \cdot \frac{1}{t} \cdot d \quad (4.49)$$

Burada sıcaklık hesaplanırken sıcaklığın formülde de gösterildiği gibi (t) taşlama kalınlığına bağlı olduğu görülmektedir. Yeni sistemde de elde edilen yeni talaş kalınlığı formül 8.20'de gösterilmektedir. Elde edilen bu talaş kalınlığı 4.49 nolu genel sıcaklık formülünde yerine konursa,

$$\Delta T = K_2 \cdot K_1 \cdot d \cdot \sqrt{\frac{v.c.r}{4.v.d} \sqrt{D \cdot d + \frac{4\omega e^2 \cdot d^2 \cdot (D-d)}{\omega r^2 \cdot D}}}$$

ve buradan;

$$\Delta T = K_2 \cdot K_1 \cdot \sqrt{\frac{v.c.r.d}{4.v} \sqrt{D \cdot d + \frac{4\omega e^2 \cdot d^2 \cdot (D-d)}{\omega r^2 \cdot D}}} \quad (8.23)$$

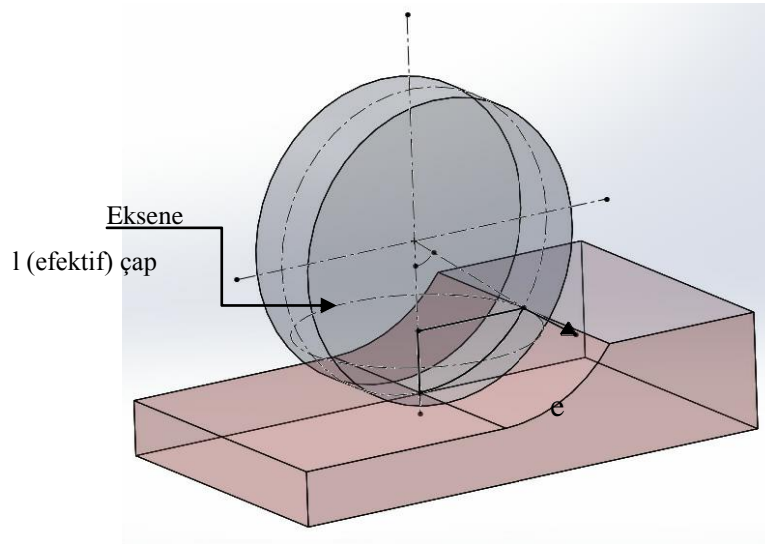
şeklinde formülize edilerek sıcaklık bulunabilir.

8. ÖNERİLER

Her çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da geliştirilmesi gereken hem sistem tasarımı, kesme parametreleri ve hem de çevresel faktörler açısından geliştirilmeye müsait birçok alan bulunmaktadır. Her bilimsel çalışmada başlangıçta belli kabuller ve kriterler çerçevesinde inceleme ve araştırma yapılır ve zaman içinde sistem ve çalışma gelişir, dallanır budaklanır ve ileriye yönelik alternatiflerin denenmesi ile maksimum fayda elde edilmeye çalışılır. Bu nedenle yapılan bu çalışmada da diğer çalışmalarda olduğu gibi tarafımızdan görülen eksiklikler neticesinde ileriki çalışmalarda göz önünde bulundurulması ve daha iyi bir sonuca ulaşmak için şu öneriler geliştirilmiştir.

1- Geliştirilen sistemde klasik yöntemden alınan ve taşlama işleminde geçerli olan $V=28$ m/dak kesme hızı kullanıldığı daha önceki bölümlerde belirtilmişti. Ayrıca sistemde ikinci dönme hareketi olan fener mili devri, diğer tabirle aksenal dönme devri 80, 160 ve 240 dev/dak olarak verilmiştir.

Sistem incelendiğinde (şekil 8.1) fener mili 3 ayrı devri olan 80, 160 ve 240 dev/dak değerlerine karşılık (d) talaş derinlikleri olan 0,01mm, 0,02 mm ve 0,03mm değerlerine karşılık 9 farklı aksenal kesme hızı elde edilir.



Şekil 8.1. Efektif çap ve aksenal dönme yarıçapı (r) gösterimi

Grafik sonuçları değerlendirildiğinde 240 dev/dak fener mili devrinde yüzey pürüzlülük (Ra) değerlerinin genel olarak en iyi değerleri verdiği görülmektedir.

Ancak daha üst fener mili devirlerinde yüzey pürüzlülüğünde (Ra) nasıl bir performans göstereceği araştırılması gereken bir husustur. Yukarıda anılan 9 ayrı kesme hızı bu yönüyle ele alınmalıdır.

Bizim öngörümüz; aksenal dönme hareketinden elde edilen aksenal kesme hızları (V), çevresel kesme hızına eşit olduğu noktadaki fener mili devrinde yüzey pürüzlülük (Ra) değerinin en iyi düzeye ulaşacağı noktasındadır.

Bunun için yukarıda şekil 8.1'de anlaşılacağı üzere aksenal (efektif) çap hesaplamasında

$$r = \sqrt{\frac{D^2}{2} - \left(\frac{D}{2} - d\right)^2} \quad (7.9)$$

Formülünden yola çıkarsak;

d=0,01 mm talaş derinliği için r=0,836 mm,

d=0,02 mm “ “ “ r=1,183 mm,

d=0,03 mm “ “ “ r=1,44 mm olarak hesaplanacaktır.

Böylece aksenal (efektif) yarıçap değerinin kesme hızı olarak karşılıklarının fener mili 80, 160 ve 240 dev/dak devirlerindeki karşılıklarının hesaplanması gerekmektedir. Burada örnek olarak fener mili devri 80 dev/dak ve d=0,01 mm için hesaplanırsa;

$$V = \frac{\pi \cdot 2 \cdot r \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 0,836 \cdot 2 \cdot 80}{1000} = 0,42 \text{ m/dk}$$

olarak bulunur. Bunun gibi tüm parametreler için kesme hızları hesaplanırsa tablo 8.1'deki değerler elde edilir.

Tablo 8.1. Aksenal (efektif) çapta kesme hızları değerleri

Talaş derinliği mm	Fener mili devirleri dev/dak		
	80	160	240
d=0,01	0,42 m/dak	0,84 m/dak	1,26 m/dak
d=0,02	0,599 m/dak	1,188 m/dak	1,783 m/dak
d=0,03	0,723 m/dak	1,446 m/dak	2,17 m/dak

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere aksel (efektif) çaptaki kesme hızları tüm parametrelerde dahi çok küçük değerlerde çıkmaktadır.

Düzlem yüzey taşlama operasyonlarında kesme hızı olarak daha önce de değinildiği üzere 25-30 m/dak arası değerlerde alınmaktadır.

Sistemimizde $V=28$ m/dak alındığında, bu kesme hızına karşılık fener miline devir verilmek istenirse;

$d=0,03$ mm talaş derinliği için r değeri 1.44 mm olarak seçilip hesaplandığında

$$V = \frac{\pi \cdot 2 \cdot r \cdot n}{1000}$$

buradan;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot 2 \cdot r} = \frac{1000 \cdot 28}{3,14 \cdot 2 \cdot 1,44} = 3096 \text{ dev/dak}$$

olarak hesaplanır.

Sistemimizde fener mili devri olarak en yüksek 240 dev/dak seçilmiştir. Ancak yukarıdaki hesaplamada $V=28$ m/dak için olması gereken fener mili devri (3096 dev/dak) oldukça yüksek çıkmaktadır. Bu nedenle fener mili devri bu yüksek devrin hem altında ve hem de üstünde fener mili devirleri ile denenerek yüzey pürüzlülüğü (R_a) değerinin sonuçları gözlenmelidir.

Burada dikkat edilmesi gereken, sistemdeki bu ikinci aksel fener mili dönme devrinin bu yüksek değerlerde seçildiğinde, sistemin hem balans yönünden, hem de titreşim analizlerinin de beraber incelenmesi gereğidir. Bu nedenle bundan sonra bu yönde araştırma yapılması durumunda bu etkenlerinde göz önüne alınarak deneylerin yapılması gerekmektedir.

2. Sistemde taşın ikinci eksen hareketi ile taşın kendi kendini bileme özelliği kazanmasından dolayı bileme zorunluluğu minimuma inmekte ve tüm yüzeylerde hemen hemen tüm yönlerde yüzey pürüzlülük değerleri (R_a) aynı değerde çıktığı önceki konu başlıklarında incelenmişti. Bu özelliğin değişik taş şekillerinde de denenerek aynı sonuçları verip vermediği araştırılmalıdır.

3. Sistemdeki yüzey pürüzlülük sonuçlarının hem taş sertlikleri, hem talaş derinliği, hem yanal kayma miktarı ve hem de fener mili devirlerindeki parametreler açısından

değerlendirilmesi yapıldığında, daha önceki grafiklerde de görüldüğü üzere, talaş derinliği arttığı, daha doğrusu kaldırılan talaş oranı değerlerinin artması ile kararsızlıkların daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir. Bunun sistemdeki yapısal ve tasarıma yönelik eksikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüm bu kararsız yapının giderilmesine yönelik;

a) Taş mili çapı arttırılarak daha kuvvetli rulman seçimi ve buna bağlı olarak daha hassas yataklamanın yapılması ile yüksek talaş derinliklerindeki kararsızlıklar giderilebilir.

b) Sistemimiz çelik malzemelerin işlenerek montajı esasına dayanmaktadır. Sistemdeki elemanların dökme demir vb. titreşime daha elverişli materyallerden üretilmesi titreşimi azaltacak ve bu da daha yüksek talaş derinliklerindeki kararsızlıkları giderecektir.

c) Sistemimizde taşın bağlı olduğu taşıyıcı sistem direkt olarak fener miline bağlanmaktadır (şekil 5.3). Bu durum taşlama taşının taşlama sırasındaki tüm kesme kuvvetlerinin, doğrudan fener miline bağlantıda kullanılan mil üzerine (16 nolu montaj elemanı) yüklenmesini getirerek titreşimi arttırdığı, rijitliği olumsuz yönde etkilediği sonucunu doğurmaktadır. Sistem bu yönüyle daha da iyileştirilerek fener miline bağlantıda kullanılan bu mil direkt olarak fener miline bağlanmasından ziyade tabla üzerine (1 nolu eleman) monte edilip buradan kaplin vb. bir eleman ile fener milinden hareket bağlantısı kurularak yukarıdaki olumsuz durum giderilebilir.

d) Sistemimizde rulman olarak basit anlamda bilyeli makaralı küçük çaplarda rulmanlar kullanılmıştır. Bu da daha fazla titreşimi beraberinde getirerek yüksek talaş derinliklerindeki kararsızlıkları getirmektedir. Sistemde titreşime karşı daha hassas olan rulman sistemleri kullanılarak ta adı geçen aksaklıkların önüne geçilebilir.

4. Sistem CNC tezgâha özel olarak tasarlanan miller vasıtası ile bağlanmıştır (2 nolu eleman). Ancak tezgâh üreticileri ile iletişime geçilerek CNC tezgâhlarındaki magazin sistemi gibi bir sisteme benzer şekilde kompakt bir yapı şeklinde tezgâhlara adapte edilebilir şekle dönüştürülmesi ile hem bağlantı problemleri giderilecek, hem de bunun için harcanan zaman minimuma indirilecektir. Ayrıca bu sistem, tezgâhlardaki takım değiştirme mekanizması benzeri bir değiştirme mekanizması şeklinde programlanabilir yapıya da kavuşturulabilir. Böylece tezgâh programcıları parça yüzeylerinin freze tarama başlıkları ile işlenmesinden sonra bu sistemi program ile çağırarak taşlama işlemini aynı anda yapma fırsatı elde etmiş olurlar. Bu; hem zaman, hem maliyet ve hem de parçanın sökülüp başka tezgâhta taşlanması ile oluşacak tüm olumsuzlukları gidermek açısından oldukça fayda sağlayıcı bir durum getirecektir.

5. Sistemimizde 8 ve 9 nolu düz dişliler ile 11 ve 12 nolu konik dişliler düz dişli olarak tasarlanmıştır. Bu durum ise daha yüksek gürültü ile birlikte daha fazla motor güçlerine ihtiyacı beraberinde getirmektedir. Sistemdeki dişlilerin helis dişli olarak tasarlanması sonucu bu aksaklıkların önüne geçilebilir.

6. Geliştirilen mekanizma tüm CNC tezgahlara ve dik freze başlıklara monte edilebilmektedir. Bu sebeple düzlem yüzey taşlama tezgahlarına ihtiyaç minimum seviyeye inmektedir. Bunun sonucu olarak ta hem düzlem yüzey tezgah üreticilerinin çoğunlukla yurtdışı menşeli olmaları ve hem de bu tezgahların yüksek fiyatlarda alınmasından dolayı çok yüksek fayda/maliyet getirerek ülkemize oldukça büyük oranda katkı sağlamaktadır. Sistemin değişik varyasyonları tasarlanarak modüler şekilde tüm tezgâhlara bağlanacak hale getirilebilir.

7. Numunelerin denenmesi 5 ayrı taş cinsinde ve sadece düz taşlama taşları ile yapılmıştır. Ancak değişik taş çeşitleri ile birlikte farklı taş formlarında da taşlama işlemleri denenerek yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılabilir.

8. Yapılan çalışmada taşlama kuvvetlerinin deneysel olarak incelenmesi yapılamamıştır. Geliştirilen talaş modeli teorik olarak ele alınmıştır. Bu nedenle numuneler bir dinamometreye bağlanarak sistemin deneysel incelemesi yapılmalıdır.

9. Mekanizma CNC tezgâha bağlanabildiğinden CNC tezgâhlardaki yüzey tarama yöntemlerinden sadece zikzak metodu ile taşlama işlemi yapılmıştır. Ancak işleme yöntemlerinden olan içten dışa ve dıştan içe dikdörtgensel ve dairesel spiral işleme gibi yöntemler de denenerek sonuçlar gözlemlenebilir.

10. Geliştirilen sistemde tek devirli monofaz bir motor (şekil 5.3 ve 3 nolu eleman) kullanılarak taşlama taşına tek bir devir verilmiştir. Motor cinsi servo motor şeklinde değiştirilerek bu motor cinsinin sağladığı farklı devirlerden elde edilen taş devirleri ile parçalar işlenerek te numunelerin yüzey pürüzlülüklerine taş devrinin etkileri de incelenebilir. Ayrıca değişik taş çapları da denenerek, bu taşlara ait devir sayıları da bu tür motorlar ile kontrol edilerek daha esnek bir sistem oluşturulabilir.

11. Çalışmada iki farklı yanal kayma miktarının yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenmiştir. Taş genişliklerine bağlı olarak farklı yanal kayma miktarları ile de araştırma genişletilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Demir, H. ve Güllü, A.**, 1999. Silindirik Taşlamada Yüzey Pürüzlülüğü ve Taşlama Oranı İlişkisinin Araştırılması, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi TEKNOLOJİ*, **1-2**, 151-167.
- [2] **Kalpajian, S.**, 1991. Manufacturing process for engineering materials, *Addison-Wesley*, 120-121.
- [3] **Demir, H. ve Güllü, A.**, 2001. Taşlama Parametrelerinin Taşlama Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **7**, 189-198.
- [4] **Srivastava, A.K., Yuen K.M., and Ebestavi M.A.**, 1992. Surface finish in robotic disk grinding, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **32**, 269-297.
- [5] **Güllü, A. ve Poyrazoğlu, O.**, 2000. İmalatta Süper Bitirme İşlemi Ve Taşlama İle Karşılaştırılması, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi TEKNOLOJİ*, **1-2**, 67-82
- [6] **Gondi, P., Mattogno, G., Sili, A. and Foderaro, G.**, 1993. Structural Characteristics At Surface And Barkhausen Noise İn A1S1 4340 Steel After Grinding, *Nondestructive Testing and Evaluation*, **10**, 255-267.
- [7] **Shaw, M.C.**, 1994. A Production Engineering Approach To Grinding Temperatures”, *Journal of Materials Processing Technology*, **44**, 59-69.
- [8] **Gondi, P., Mattogno, G., Sili, A. and Foderaro, G.**, 1993. Structural Characteristics At Surface And Barkhausen Noise İn A1S1 4340 Steel After Grinding, *Nondestructive Testing and Evaluation*, **10**, 255-267.
- [9] **Andrew Warkentin, Al-Mokhtar O. Mohamed, Robert Bauer**, 2013. Journal of Materials Processing Technology Volume 213, Issue 5, May 2013, Pages 700–706
- [10] **Ohmori H., Katahira K., Komotori J. and Mizutani M.**, 2008. Functionalization of Stainless Steel Surface Through Mirror-Quality Finish Grinding, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, **57**, 545–549.
- [11] **Miller, M.H. and Dow, T.A.**, 1999. Influence of The Grinding Wheel in The Ductile Grinding of Brittle Material: Development and Verification of Knematic Based Model, *ASME Journal of Manufacturing Science And Engineering*, **121**, 638-646.
- [12] **Savas V., Ozay Ç.**, 2007. Analysis of The Surface Roughness of Tangential Turn-Milling for Machining with End Milling Cutter, *Journal of Materials Processing Technology*, **186**, 279–283.
- [13] **Jae-Seob Kwak, Sung-Bo Sim, Yeong-Deug Jeong**, 2006. An Analysis of Grinding Power And Surface Roughness in External Cylindrical Grinding of Hardened Scm440 Steel Using The Response Surface Method, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* **46**, 304–312.

- [14] **Gavas M., Karacan İ. and Kaya E.**, 2011. A Novel Method to Improve Surface Quality in Cylindrical Grinding, *Experimental Techniques*, **35**, 26-32.
- [15] **Susana K., Lia-Yuen and Yuan- Shin.**, 2002. Turn-Mill Toll Path Planning and Manufacturing Cost Analysis for Complex Parts Machining, <http://fie.engrng.pitt.edu/iie2002/proceedings/ierc/papers/2289>
- [16] **Choi H.Z., Lee S.W., and Jeony H.D.**, 2001. A Comprasion Of The Cooling Effects Of Compressed Cold Air And Coolant For Cylindrical Grinding With A CBN Wheel”, *Journal of Materials Processing Technology*, **111**, 265-268.
- [17] **Hassui A., Diniz A.E.**, 2003. Correlating Surface Roughness And Vibration On Plunge Cylindrical Grinding of Steel”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **43**, 855–862.
- [18] **Suzuki, K., Uematsu, T. and Nakagawa, T.**, 1993. Highly Efficient Finishing of Ceramics by Helical Scan Grinding, *Proceedings of the International Conference on Machining of Advanced Materials, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD*, 17.
- [19] **Halil DEMİR ve Abdulkadir GÜLLÜ**, 2008. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt* 23, No 1, 77-83.
- [20] **Halil DEMİR ve Abdulkadir GÜLLÜ**, 2008. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt* 23, No 3, 577-584.
- [21] **Halil DEMİR ve Abdulkadir GÜLLÜ**, 2001. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik F A Kültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, 189-198.
- [22] **Rowe, Brian W.**, 1997. An İntelligent Multiagent Approach For Selection Of Grinding Conditions, *Annals of the CIRP*, **46**, 233-238.
- [23] **Inasaki I., Shi and Yokohama**, 1996. Grinding Process Simulation Based On The Wheel Topography Measurement.. 1, *Annals of the CIRP*, **45**, 347-350.
- [24] **Badger, J. A. and Torrance, A. A.** 2000. A Comparison of Two Models to Predict Grinding Forces from Wheel Surface Topography, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **40**, 1099-1120.
- [25] **Challen J.M., Oxley P.L.B.**, 1978. An Explanation of the Different Regimes of Friction and Wear Using Asperity Deformation Models, *Wear* **53**, 229–243.
- [26] **Williams J.A., Xie Y.**, 1992. The Generation of Wear Surfaces by The İnteraction of Parallel Grooves, *Wear* **155**, 363–379.
- [27] **Xie Y., Williams J.A.**, 1993. The Generation of Worn Surfaces by The Repeated İnteraction of Parallel Grooves, *Wear* **164**, 864–872.
- [28] **Xie Y., Williams J.A.**, 1996. The Prediction Of Friction and Wear When a Soft Surface Slides Against a Harder Rough Surface, *Wear* **196**, 21–34.

- [29] **Chen, Xun, Rowe and W. Brian**, 1996. Analysis And Simulation Of The Grinding Process. Part 1: Generation of the Grinding Wheel Surface, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **36**, 871-882.
- [30] **Chen, Xun and Rowe, W. Brian**, 1996. Analysis And Simulation Of The Grinding Process. Part II: Mechanics of Grinding, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **36**, 883-896.
- [31] **Agarwal S. and Rao P.V.**, 2005. A New Surface Roughness Prediction Model for Ceramic Grinding, *Journal of Engineering Manufacture*, **219**, 811-821.
- [32] **Li, Kun and Liao, T. Warren**, 1997. Modelling of Ceramic Grinding Processes Part I. Number of Cutting Points and Grinding Forces Per Grit, *Journal of Materials Processing Technology*, **65**, 1-10.
- [33] **Hecker, Rogelio ve diğerleri**, 2007. Grinding Force and Power Modeling Based on Chip Thickness Analysis, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, **33**, 449-459.
- [34] **Chang, Huang-Cheng and Wang, J.-J. Junz**, 2008. A Stochastic Grinding Force Model Considering Random Grit Distribution, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **48**, 1335-1344.
- [35] **Nguyen, T. A. and Butler, D. L.**, 2005. Simulation of Surface Grinding Process, Part 2: Interaction of the Abrasive Grain With the Workpiece, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **45**, 1329-1336.
- [36] **Salisbury E., Domala K. ve diğerleri**, 1995. A Three-Dimensional Geometric Model for the Surface Texture Generated by a Single Pass of the Whell in a Surface Grinding Process, *Manufacturing Science and Engineering*, **3**, 363-375.
- [37] **Yui A. ve Lee H.**, 1996. Surface Grinding with Ultra High Speed CBN Whell, *Journal of Materials Processing Tecnology*, **62**, 393-396.
- [38] **Kim S., Ahn J.H.**, 1999. Decision of Dressing Interval and Depth by the Direct Measurement of the Grinding Whell Surface, *Journal of Materials Processing Tecnology*, **88**, 190-194.
- [39] **Sharp, K.W., Miller, M.H. and Scattergoodc, R.O.**, 2000. Analysis of the Grain Depth-of-Cut in Plunge Grinding. 2000, *Precision Engineering*, **24**, 220-230.
- [40] **Stepien, Piotr**, 2007. Grinding Forces in Regular Surface Texture Generation, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **47**, 2098-2110.
- [41] **Doman, D.A., Warkentin, A. and Bauer, R.**, 2006. A Survey of Recent Grinding Wheel Topography Models, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **46**, 343-352.
- [42] **Nguyen T., Zhang L.C., Sun D.**, 2011. Heat Transfer in Grinding-Hardening of a Cylindrical Component, *Advanced Materials Research*, **325**, 35-41.

- [43] **Malkin, S. and Guo, C.** 2008. Grinding technology - Theory and applications of machining with abrasives, Industrial Press, New York.
- [44] **Mustafa Bağcı, Yakup Erişkin, Mustafa Aslaner,** 1982. *Taşlamacılık ve Alet Bileme Teknolojisi*, sh 1, İstanbul.
- [45] **Tonshoff, H. K., Karpuschewski, B. and Mandrysch, T.,** 1998. Grinding Process Achievements and their Consequences on Machine Tools Challenges and Opportunities, *Annals of the CIRP*, **47**, 651-668.
- [46] **Inasaki, I., Tonshoff, H.K. and Howes, T.D.,** 1993. Abrasive Machining in the Future, *Annals of the CIRP*, **42**, 723-732.
- [47] **Tonshoff, H. K., Friemuth, T. and Becker, J. C.,** 2002. Process Monitoring in Grinding, *Annals of the CIRP*, **51**, 551-571.
- [48] **Günay, M.,** 2003. Talaş Kaldırma İşlemlerinde Kesici Takım Talaş Açısının Kesme Kuvvetlerine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [49] **Kalpakistan, S.,** 1991. Manufacturing Process for Engineering Materials, *Addison-Wesley*, New York, 120-121.
- [50] **Demir, H. ve Güllü, A.,** 1999. Silindirik Taşlamada Yüzey Pürüzlülüğü Ve Taşlama Oranı İlişkisinin Araştırılması, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji*, **1-2**, 151-167.
- [51] **Şeker, U., Kurt, A., Çiftçi, İ.,** 2002. Design and Construction of a Dynamometer for Measurement of Cutting Forces During Machining with Linear Motion, *Materials and Design*, **23**, 355-360.
- [52] **Demir, H. ve Güllü, A.,** 2001. Taşlama Parametrelerinin Taşlama Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **7**, 189-198.
- [53] **Güllü, A.,** 1995. Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımı İle Optimizasyonu, *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [54] **Salmon, S.C.,** 1992. Modern Grinding Process Technology, *McGraw-Hill*, New York, 103-109.
- [55] **Demir, H.,** 1998. Alüminyum Oksit Zımpara Taşlarıyla Silindirik Taşlamada Çeşitli Çelikler İçin Taşlama Oranlarının Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [56] **Subramanian, K. and Lindsay, R. P.,** 1992. A Systems Approach for the Use of Vitrified Bonded Superabrasive Wheels for Precision Production Grinding”, *ASME Journal of Engineering For Industry*, **114**, 61-66.

- [57] **Huang, L., Chen Joseph C., and Chang, T.**, 1999. Effect of Tool/Chip Contact Engh on Orthogonal Turning Performance”, *Journal of Industrial Technology*, **15(2)**, 88-91.
- [58] **Srihari, G., and Lal, G.K.**, 1994. Mechanics of Vertical Surface Grinding”, *Journal of Processing Technology*, **44**, 14-28.
- [59] **M.C.Shaw**, 2005. A New Theory of Grinding, Int. Conf. Proc. Science in İndia, *Monash University*, Australia, 1-16.
- [60] **Ramseh, N., Radhakrishnan, V. and Muriti, Y.V.S.**, 1980. Investigations on Laser Dressing of Grinding Wheels - Part I. Preliminary Study”, *ASME Journal of Engineering for Industry*, **102**, 244-251.
- [61] **Saini, D.P., Wager, G.J., and Brown, R.H.**, 1982. Practical Significance of Contact Deflections in Grinding”, *Annals of the CIRP*, **31(1)**, 215-219.
- [62] **Verkerk, J.**, 1971. Final Report Concerning CIRP Cooperative Work on the Characterization of Grinding Wheel Topography, *Annals of the CIRP*, **26(2)**, 385-395.
- [63] **Fuh, K. and Wabg, S.**, 1997. Force Modelling and Forecasting in Creep Feed Grinding Using İmproved BP Neural Network”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **37**,1167-1178.
- [64] **Sherington, I. and Smith, E.H.**, 1987. Parameters for Characterising the Surface Topography of Engineering Components, *Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers, Part C*, **201**, 297-306.
- [65] **Güllü, A., Özdemir, A. ve Demir, H.**, 2003. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yöntemleri ve Mukayesesi”, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Teknoloji*, **6 (1-2)**, 79-92.
- [66] **Barash, M.**, 1966. Shop Built Instrument Checks Surface Finishes, *Machinery*, **72**, 177-185.
- [67] **Mustafa Bağcı, Yakup Erişkin, Mustafa Aslaner**, 1982. Taşlamacılık Ve Alet Bileme Teknolojisi Kitabı, Milli Eğitim Basımevi Birinci Baskı, sh.89, İstanbul.
- [68] **Mustafa Bağcı, Yakup Erişkin, Mustafa Aslaner**, 1982. Taşlamacılık Ve Alet Bileme Teknolojisi Kitabı, Milli Eğitim Basımevi Birinci Baskı, sh.97-101, İstanbul.
- [69] **Kalpakistan Schmid**, 2008. Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed., Pearson Education ISBN No. 0-13-227271-7.
- [70] **Shin, Yung C., Chen, Yu-to and Kumara, Soundar.** 1992. Framework of an Intelligent Grinding Process Advisor, *Journal of Intelligent Manufacturing*, **3**, 135-148.
- [71] **Demir H.**, 2003. Düzlem Taşlamada Taşlama Parametrelerinin Taşlama Kuvvetlerine Ve Yüzey Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi, *Doktora Tezi* , Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- [72] **Steffens, K.**, 1983. Closed Loop Simulation of Grinding, *Annals of the CIRP*, **32**, 255-259.
- [73] **Hou, Zhenbing and Komanduri, Ranga**, 2003. On the Mechanics of the Grinding Process – Part I. Stochastic Nature of the Grinding Process, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, **43**, 1579-1593.
- [74] **Salisbury, Erik J. at al.**, 2001. A Three-Dimensional Model for the Surface Texture in Surface Grinding, Part 1: Surface Generation Model, *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, **123**, 576-581.
- [75] **Srihari, G. and Lal, G.K.**, 1996. Mechanics of Vertical Surface Grinding, *Journal of Materials Processing Technology*, **62**, 393-396.
- [76] **Malkin, S.**, 1989. Grinding Technology and Applications, *Ellis Horwood, Chichester*, 47-48.
- [77] **Matsuo, T. and Sonoda, S.**, 1986. The Rating of Wheel in Laboratory Snag Grinding, *Annals of the CIRP*, **29**, 221-225.
- [78] **Colton J.S.**, 2009. Manufacturing Processes and System, *Georgia Institute of Technology*, ME6222, 14-43.

ÖZGEÇMİŞ

01.08.1975 tarihinde Muş ilinde doğan Oktay ADIYAMAN ilk, orta ve lise eğitimini Diyarbakır'da tamamladı. 1994 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Öğretmenliğini kazandı ve 1998 yılında bu bölümden başarıyla mezun oldu. 1999 yılında Milli Eğitim Bakanlığına bağlı Diyarbakır Ergani Şehit Jandarma Pilot Yzb. Lütfü Gün Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezinde Makine Teknolojisi öğretmeni olarak göreve başladı. Ayrıca 1999 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Bölümü Talaşlı Üretim Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı ve Mayıs 2003 yılında yüksek lisans eğitimini başarıyla tamamladı. 2006 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Bölümü Talaşlı Üretim Ana Bilim Dalı'nda doktora öğrenimine başladı. 1998 ve 2015 yılları arasında özel sektörde de birçok firmada ve değişik iş kollarında hem çalışan hem de yönetici pozisyonlarında çalıştı. 2009 yılında Diyarbakır Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi Müdürlüğüne atandı ve halen bu kurumda Makine Teknolojisi öğretmeni olarak görev yapmakta olan Oktay ADIYAMAN, evli ve üç çocuk babasıdır.

Oktay ADIYAMAN

ELAZIĞ – 2015