

**ALÜMİNYUM OKSİT ZİMPARA TAŞLARIYLA
SİLİNDİRİK TAŞLAMADA ÇEŞİTLİ ÇELİKLER İÇİN
TAŞLAMA ORANLARININ BELİRLENMESİ**

76345

Halil DEMİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
(MAKİNA EĞİTİMİ)**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

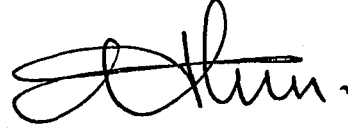
76345

Ocak 1998

ANKARA

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMENTASYON MERKEZİ**

Halil DEMİR tarafından hazırlanan ALÜMİNYUM OKSİT ZIMPARA TAŞLARIYLA SİLİNDİRİK TAŞLAMADA ÇEŞİTLİ ÇELİKLER İÇİN TAŞLAMA ORANLARININ BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Makina Eğitimi Bölümünde Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

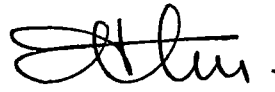
Başkan :Prof. Dr. Mustafa BALCI

Üye :Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZDEMİR

Üye :Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

Üye :

Üye :



Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



**ALÜMİNYUM OKSİT ZIMPARA TAŞLARIYLA
SİLİNDİRİK TAŞLAMADA ÇEŞİTLİ ÇELİKLER İÇİN
TAŞLAMA ORANLARININ BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Halil DEMİR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak1998

ÖZET

Bu çalışmada; Taşlama tezgahında alüminyum oksit zımpara taşları kullanılarak, taşlanan Ç1050, Ç1390, Ç3330, Ç10110 ve Ç51420 çeliklerinin deneysel olarak aşınma oranları araştırılmıştır. Çeşitli fiziksel özellikler ihtiva eden değişik zımpara taşlarının taşlama oranı üzerindeki etkileri incelenmiş ve grafiklerle sunulmuştur. Talaş kesiti büyük olan taşlamalarda; taş dokusu ve taş tane büyüklüğü ile taşlama oranının doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir. Fakat talaş kesiti küçük olan taşlamalarda, taş dokusu ve taş tane büyüklüğü arttığında, taşlama oranının ters orantılı olarak azaldığı görülmüştür. Taş sertliği artıkça taşlama oranının da arttığı ve iş ilerlemesinin taşlama oranını önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir. Deney sonuçları, taşlama oranının, ilk pasoda kaldırılamayan talaş miktarı arttıkça, azaldığını göstermiştir.

Bilim Kodu : 6261201

Anahtar Kelimeler : Taşlama oranı, Aşınma Oranı,Silindirik Taşlama.

Sayfa Adedi : 97

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

**DETERMINATION OF GRINDING RATIO FOR VARIOUS STEELS
IN A CYLINDRICAL GRINDING PROCESS
THROUGH ALUMINIUM OXIDE GRINDING WHEELS**

(M.Sc. Thesis)

Halil DEMİR

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

January 1998

ABSTRACT

In this study, an investigation on the grinding rates for Ç1050, Ç1390, Ç3330, Ç10110, and Ç51420 steels has been conducted through aluminium oxide grinding wheels in a cylindrical grinding machine. The effect of wide variety of grinding wheels having different physical properties upon the grinding rate for the materials mentioned above has been found and presented graphically. It was observed that both the density of grinding wheels and the size of abrasives change linearly with the grinding rate in the grinding process, where the cross-sectional areas of chips to be removed are big. However, the grinding rate decreases linearly as the density of grinding wheels and the size of abrasives increase in the grinding process, where the cross-sectional areas of chips to be removed are small. It was also found that the grinding rate increases as the handness of abrasives increases and that the horizontal movement of work piece to be grinded in the grinding machine has a great influence upon the grinding rate. The experimental results showed that the grinding ratio decreases as the amount of materials which could not be removed in the first pass increases.

Science Code : 6261201

Key Words : Grinding Ratio, Wear Ratio, Cylindrical Grinding.

Page number : 97

Adviser : Assis. Prof. Abdulkadir GÜLLÜ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardımlarını esirgemeyen ve beni yönlendiren, çalışmamın en iyi bir şekilde sonuçlanmasına katkıda bulunan Tez danışmanım Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ'ye, çeşitli vesilelerle emeği geçen Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZDEMİR'e ve Araştırma Görevlisi H. Basri ULAŞ'a teşekkür ederim.

Ayrıca benim ilkokuldan sonra okumamı sağlayan ağabeyim Durmuş DEMİR ve bana sabırla manevi destek olan eşim Sunay DEMİR'e de teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. TAŞLAMA	22
3.1. Silindirik Dış Yüzey Taşlama	23
3.2. Taşlama Takımları	24
3.3. Aşındırıcılar	24
3.3.1. Alüminyum oksit veya sentetik korindon	24
3.3.2. Silisyum karbür	25
3.3.3. Kübik bor nitrürü	25
3.3.4. Elmas	25
3.4. Aşındırıcıların Mekanik Özellikleri	26
3.4.1. Taş tane büyüklükleri	27
3.5. Birleştirme Malzemeleri	28
3.5.1. Organik birleştirme malzemeleri	28
3.5.1.1. Lastik birleştirme	28

3.5.1.2.	Reçine birleştirme	29
3.5.1.3.	Şellak birleştirme	29
3.5.2.	İnorganik birleştirme malzemeleri	29
3.5.2.1.	Seramik birleştirme	29
3.5.2.2.	Silikat birleştirme	30
3.6.	Taşların Sertliği	30
3.6.1.	Yumuşak taşlar	31
3.6.2.	Sert taşlar	31
3.8.	Taşların Yapısı	32
3.8.	Talaş Kaldırma Faktörleri	33
3.8.1.	Talaş kaldırma olayı	33
3.8.2.	Taşlama teorisi	35
3.8.3.	Talaş boyutları	38
3.8.4.	Taşlama kuvveti	39
3.8.5.	Taşın tezgah miline flanş ile bağlanması ve flanş sıkma kuvvetinin belirlenmesi	41
3.8.6.	Taşın denge şartları	43
4.	MALZEME VE METOT	48
4.1.	Malzeme	48
4.1.1	Malzeme seçimi	48
4.1.2.	Kimyasal analizler	49
4.1.3.	Numunelerin hazırlanması	52
4.1.4.	Sertleştirme ve sertlik ölçümleri	52
4.1.5.	İşin ilerlemesi (ii)	53
4.1.6.	Talaş derinliği (tad)	54
4.1.7.	Taş bileme oranı (tbo)	55
4.1.8.	Çevresel hız Oranı (çho)	56
4.2.	Deney Metotları	57

4.2.1.	Yapılacak deney dayısının belirlenmesi	57
4. 2.2	Deneyin yapılışı	60
4.2.3	Taştaki aşınmanın hesaplaması	63
4.2.4.	İş aşınmasının hesapları	.64
5.	BULGULAR.....	66
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR		88
ÖZGEÇMİŞ		91



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Taşlama Sonuçlarını Etkileyen Faktörlerin Gruplanması ...	5
Çizelge 2.2. Taşlamada taneye etki eden kuvvetler	8
Çizelge 2.3. Aşındırıcıların kimyasal ve ısı (termik) nitelikleri	13
Çizelge 2.4. Ekonomik taşlama oranına etkiler	17
Çizelge 2.5. Taşlama metoduna bağlı olarak kaldırılan talaş büyüklükleri	17
Çizelge 2.6. Çevresel hız oranı (çho)	18
Çizelge 3.1. Knoop sertlik skalasına göre aşındırıcı malzemelerin sertlikleri	26
Çizelge 3.2. Knoop sertlik skalasına göre bazı malzemelerin sertlikleri	26
Çizelge 3.3. DIN standardına göre tanecikler	27
Çizelge 3.4. Amerikan standartlarına göre aşındırıcılar	28
Çizelge 3.5. Taşların sertlikleri	32
Çizelge 3.6. Taşlarda kullanılan etiket renklerinin anlamı	32
Çizelge 3.7. Taşlarda kullanılan renkli köşegenlerin anlamı	33
Çizelge 4.1. Ç10110 için spektral analiz değerleri	49
Çizelge 4.2. Ç1390 için spektral analiz değerleri	50
Çizelge 4.3. Ç1050 için spektral analiz değerleri	50
Çizelge 4.4. Ç3330 için spektral analiz değerleri	51
Çizelge 4.5. Ç51420 için spektral analiz değerleri	51
Çizelge 4.6. Numunelerin sertlik ölçüm değerleri	53
Çizelge 4.7. Deneyde kullanılan taşların tane büyüklükleri	54
Çizelge 4.8. Deney taşlarının bileme derinlikleri ve adımları	56

Çizelge 4.5.	Ç51420 için spektral analiz değerleri	51
Çizelge 4.6.	Numunelerin sertlik ölçüm değerleri	53
Çizelge 4.7.	Deneyde kullanılan taşların tane büyüklükleri	54
Çizelge 4.8.	Deney taşlarının bileme derinlikleri ve adımları	56
Çizelge 4.9.	Deneyde kullanılan parametrelerin değerleri ve sayıları	58
Çizelge 4.10.	Deney parametrelerinin kombinasyon örnekleri	59
Çizelge 4.11.	Taş dokusuna göre yapılan gruplandırma	60
Çizelge 4.12.	Taş sertliğine göre yapılan gruplandırma	60
Çizelge 4.13.	Taş tane büyüklüğüne göre yapılan gruplandırma	60
Çizelge 4.14.	Deney yaprağı için örnek	62
Çizelge 6.1.	Taşlama oranları	91

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Aşındırıcının talaş kaldırması ve kopması	8
Şekil 2.2. Taşlama diskini etkileyen kuvvetler	8
Şekil 2.3. Talaş oluşumu	9
Şekil 2. 4. Aşınma şekilleri	14
Şekil 2.5. Tane çeşitleri	15
Şekil 2.6. Taşlama oranına etkiler.....	16
Şekil 3.1. Silindirik dış yüzey taşlama	23
Şekil 3.2. Taşların yapısı (dokusu)	33
Şekil 3.3. Taşlamada talaş kaldırma olayı.....	34
Şekil 3.4 Taşlama teorisi ile ilgili, taşları oluşturan tanelerin dizilişi	36
Şekil 3.5. Taşın geometrisi ve kuvvetler	40
Şekil 3.6. Taşın tezgah miline flanş yardımı ile bağlanması	41
Şekil 3.7. Statik dengeleme sehpası	44
Şekil 3.8. Flanş üzerindeki denge ağırlıkları	45
Şekil 3.9. Taşın denge ağırlıkları yardımı ile balans edilmesi	45
Şekil 4.1 Test için kullanılan numune parçasının şekli	52
Şekil 4.2. Taştaki aşınma boyutları	63
Şekil 4.3. İşteki aşınma boyutları	64
Şekil 5.1.a. $t_{tb} = 46$ ve taşlama oranı arasındaki ilişki	66
Şekil 5.1.b. $t_{tb} = 60$ ve taşlama oranı arasındaki ilişki.....	67
Şekil 5.1.c. $t_{tb} = 80$ ve taşlama oranı arasındaki ilişki.....	67
Şekil 5.2. $t_{tb} = 46, 60, 80$ için ve taşlama oranları	68

Şekil 5.3.a.	ii = 5 mm/dev ve td = 5 için taşlama oranları	69
Şekil 5.3.b.	ii = 10 mm/dev ve td = 5 için taşlama oranları	69
Şekil 5.4.a.	ii = 5 mm/dev ve td = 7 için taşlama oranları	71
Şekil 5.4.b.	ii = 10 mm/dev ve td = 7 için taşlama oranları	70
Şekil 5.5.a.	ts = I ile taşlama oranı arasındaki ilişki	71
Şekil 5.5.b.	ts = M ile taşlama oranı arasındaki ilişki	71
Şekil 5.5.c.	ts = Q ile taşlama oranı arasındaki ilişki	72
Şekil 5.6.a.	td = 3 ile taşlama oranı arasındaki ilişki	72
Şekil 5.6.b.	td = 5 ile taşlama oranı arasındaki ilişki	73
Şekil 5.6.c.	td = 7 ile taşlama oranı arasındaki ilişki	73
Şekil 5.7.	td = 3, 5, 7 ve tad = 0.02 mm için taşlama oranları	75
Şekil 5.8.	td = 3, 5, 7 ve tad = 0.03 mm için taşlama oranları	75
Şekil 5.9.	t _{tb} = 60, ts = M, tad = 0.02 mm ve ii = 5 mm/de için taşlama oranları	77
Şekil 5.10.	t _{tb} = 60, ts = M, tad = 0.03 mm ve ii = 5 mm/dev için taşlama oranları	77
Şekil 5.11.	t _{tb} = 80, ts = M, tad = 0.02 mm ve ii = 10 mm/dev için taşlama oranları	77
Şekil 5.12.	t _{tb} = 80, ts = M, tad = 0.03 mm ve ii = 10 mm/dev için taşlama oranları	77
Şekil 5.13.	t _{tb} = 60, ts = Q, tad = 0.02 mm ve ii = 5 mm/dev için taşlama oranları	79
Şekil 5.14.	t _{tb} = 60, ts = Q, tad = 0.03 mm ve ii = 5 mm/dev için taşlama oranları	79
Şekil 5.15.a	Değişik malzemeler için birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	80
Şekil 5.15.b	Değişik malzemelerdeki taşlama oranları	80
Şekil 5.16.a.	Değişik malzemeler için birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	81

Şekil 5.16.b.	Değişik malzemelerdeki taşlama oranları	81
Şekil 5.17.	ttb = 46, ttb = 60, 80 ve Ç3330 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	82
Şekil 5.18.	tad = 0.02 mm için değişik malzemelerde birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	83
Şekil 5.19.	tad = 0.03 mm için değişik malzemelerde birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	83
Şekil 5.20.a.	ttb = 46, ttb = 60, 80 ve Ç3330 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	84
Şekil 5.20.b.	ttb = 46, ttb = 60, 80 ve Ç1050 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	84
Şekil 5.21.a.	ttb = 46, ttb = 60, 80 ve Ç1390 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	85
Şekil 5.21.b.	ttb = 46, ttb = 60, 80 ve Ç 1050 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	85
Şekil 5.22.	ttb = 46, ttb = 60, 80 ve Ç51420 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, kısaltmaları ve açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
bd	Bileme derinliği (mm)
bi	Bileme ilerlemesi (mm/dev)
cho	Çevresel hız oranı
G	Taşılama oranı (mm^3/mm^3 veya cm^3/cm^3)
HRB	Rockwell B sertlik değeri
HRC	Rockwell C sertlik değeri
ia₁	İşin baş tarafındaki iş aşınması
ia₂	İşin son tarafındaki iş aşınması
ii	İş ilerlemesi
kt₁	1. paso sonunda, işte kalan talaş miktarı
kt₂	6. paso sonunda işte kalan talaş miktarı
L	İş boyu
Ps	Paso sayısı
ta	Taş aşınması
tad	Talaş derinliği
tbo	Talaş bileme oranı
td	Taş dokusu
ts	Taş sertliği
tth	Taş tane büyüklüğü
V_{Tai}	Toplam iş aşınma hacmi
V_{TT}	Toplam taş aşınma hacmi

1. GİRİŞ

Taşımanın temel amacı iş parçasının istenilen hassasiyette, yüzey kalitesi ve ölçü tamlığında üretilmesini sağlamaktır. Taşımanın bitirme işlemi olması veya daha sonraki işlemlere iyi bir geçiş sağlanması bakımından taşıma parametrelerinin iyi seçilmesi gerekir.

Endüstriyel alanda sürekli yeni ve modern işleme teknikleri gelişmektedir. Bu gelişmelerle birlikte, mevcut işleme tekniklerinin de iyi analiz edilerek üretimde ekonomiklik ve üründe kalitenin yükseltilmesi gerekmektedir.

Her işleme tekniğinin doğrudan veya dolaylı olarak etkilendiği işleme parametreleri vardır. İyi seçilemeyen parametreler kesicilerin kırılması, hızlı aşınması, yanması gibi ekonomik kayıpların yanında, iş parçasının bozulması veya yeni bir işlem gerektirecek derecede, iş yüzey kalitesinin yetersizliği, ölçü tamlığı gibi kalite kaybına ve zaman israfına sebep olacaktır.

Genelde, bir yüzeyin taşlanması için, çeşitli işleme şartlarının kombinasyonu gerekecektir. Çok sayıda kontrol edilebilen ve edilemeyen değişik parametreler taşıma işleminde etkili olmaktadır [1].

Endüstride, taşıma metoduyla daha fazla talaş kaldırma işlemi, üzerinde fazlaca durulan bir konu haline gelmiştir. Taşıma işlemi genel olarak, küçük derinlikte talaşların kaldırılmasında kullanılmaktadır. Fakat, kesme derinliği ve ilerlemenin artmasıyla daha yüksek değerlerde talaş kaldırma çalışmaları da artmıştır [2].

Gerek geleneksel, gerek se modern metotlarla yapılan üretimlerde taşımanın önemi çok büyüktür. Özellikle; ölçü tamlığı, dairesellik, yüzey kalitesi ve

estetik gerektiren ürünlerde taşlama işlemi hemen hemen zorunludur. Ölçme aletleri, kızak hatları, miller, dişli çarklar, merdane ve yatak bilezikleri gibi birçok makina parçası yüzeylerinin sürtünmeyi enaza indirecek kadar pürüzsüz olması mecburiyeti vardır. Ayrıca yüzeylerin korozyona karşı dayanıklı olabilmesi için gerekli şartlardan biri de taşlama işlemlerinden geçmeleridir [3].

Taşlama işleminde, değişik malzemeler için aşınma oranının bilinmesi, işleme parametrelerinin seçimi için önemlidir. Taşlama, genellikle bir son işleme yöntemi olduğundan, iş yüzeyinde oluşacak aşınmaya bağlı ölçü ve yapı değişikliği, toleranslar dahilinde gerçekleşmelidir. Aksi halde, taşlama işlemi son işlem olarak yeterli olmayacaktır

Taşlama oranı, birçok faktörün etkilediği bir sonuç faktör durumundadır. Bu amaçla Al_2O_3 taş ve beş malzeme arasında taşlama oranı tespitine yönelik bir deneysel çalışma ve istatistiki yorumlama yapılmıştır.

Taş tane sayısı, taş dokusu, taş sertliği, iş ilerlemesi, talaş derinliği ve iş malzemesinin taşlama oranı üzerinde önemli derecede etkileri olduğu görülmüştür.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Taşılama işlemi, bir bitirme işlemidir. Bitirme işleminde en önemli hususlar;

1. Ölçü tamlığı,
2. Yüzey kalitesi ve
3. Takım ömrüdür.

Verilen taşılama şartları için uygun bir taş seçiminde, büyük bilgi birikimi ve tecrübe gerekir. Buna rağmen, zımpara taşının optimum seçimi ve taşılama şartlarının oluşturulmasından sonra, taşılama kuvvetleri, özel enerji ve yanma başlangıcını tayin eden sıcaklığın belirlenmesi hala kolay değildir [4].

Richart P. Lindsay tarafından yapılan doktora çalışmasında, taş ve iş aşınma parametrelerinin fiziksel anlamı verilerek, taşlamacılar için yarı deneysel bir eşitlik çıkartılmıştır. Taş aşınma parametresi eşitliği, deneysel olarak tayin edilerek, iki parametrenin ilişkisi olarak bilinen “G” oranı ve özel enerji gösterilmiştir [5].

Dr. Tetsuo Matsuo tarafından yapılan bir çalışmada, aşındırıcı tane şekli ve aşınma arasındaki ilişki araştırılmıştır. Araştırmada 90^0 ve 120^0 koni biçimli taneler ve düzensiz biçimli tanelerden oluşan taşlar kullanılmıştır. İki çelik malzeme üzerinde ve 450 gram yükleme (kuvvet) altında ve 300 m/dak çevresel hızda yapılan araştırmada, taş tane keskinliğinin artması ile talaş kaldırma oranının da arttığı ve taş aşınma oranının azaldığı gözlenmiştir [6].

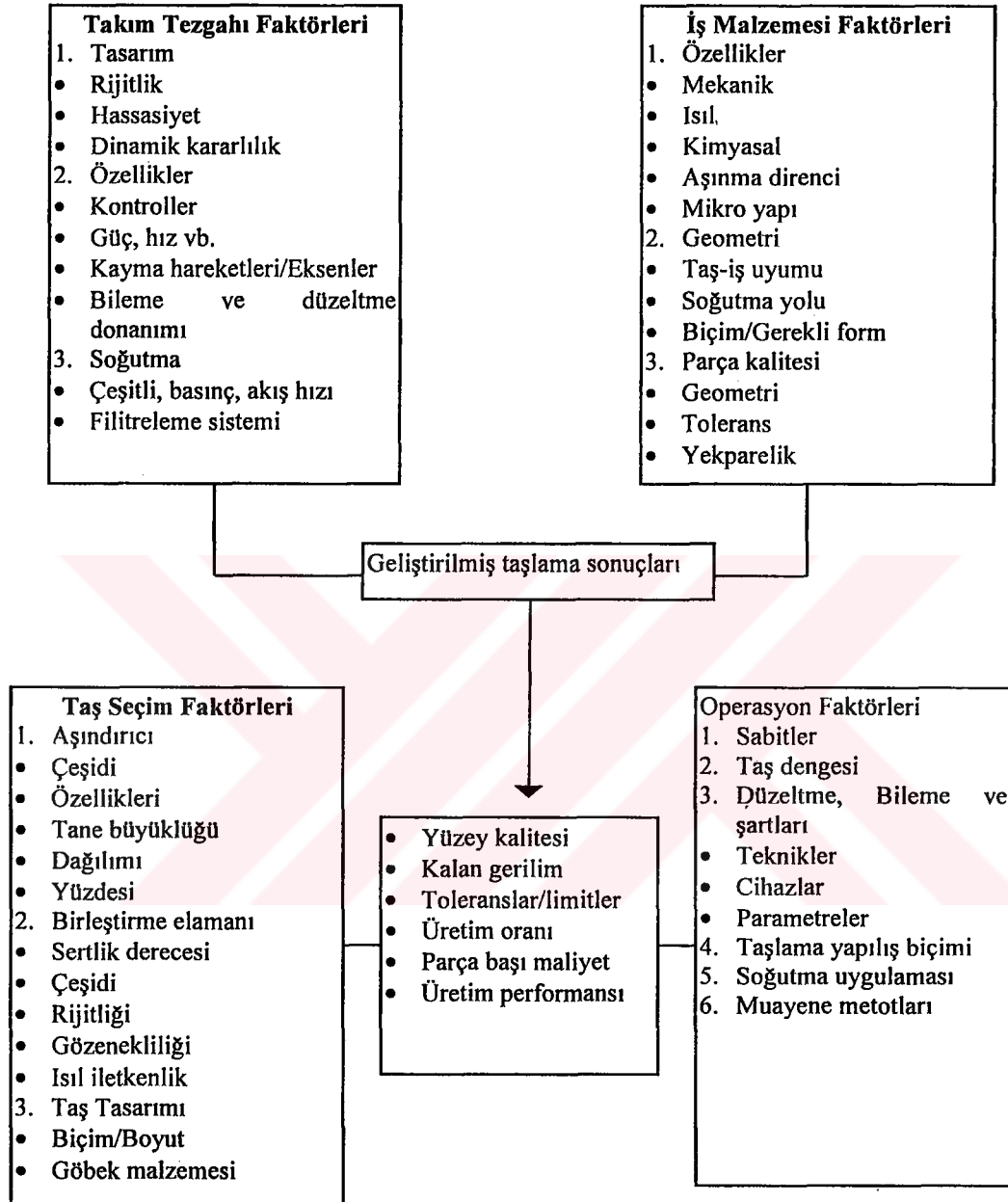
Aynı çalışmada, talaş kaldırma ve tane aşınması incelenmiş ve tanenin aşındırırken kendisinin de aşınması olarak açıklanan G oranı (Taşılama oranı) olarak bilinen değerin aşındırıcı cinsi, iş malzemesi ve taşla iş arasındaki

ilerleme hızına bağılı olarak değıştiğı tespit edilmiştir. Talaş kaldırma oranının, her zaman malzeme sertliğine bağılı olmadığı ortaya çıkmış, ve S55C (Ç1055) ve SUS 304 (Ç4047) çelikleri üzerinde yapılan deneylerde 400 °C civarında aşındırıcı tanelerin minimum aşınmaya uğradığı belirlenmiştir.

Chander P. Bhateja tarafından yapılan bir çalışmada taşlanmış yüzeylerin anatomik yapısı incelenmiştir. Taşlanmış yüzeylerin tabiatında var olan bazı özellikler, elektron mikroskobuyla gözle görünür hale dönüştürülmüştür. Bu yüzey görünümünün taşlama sırasında tanenin yerinden çıkması, birleştirme maddesinde zayıflama, tane kırılması ve aşınmasının iş yüzeyine yansması olarak izah edilmiştir [7].

K. Subramanian ve R. P. Lindsay "Hassas taşlama işlemlerinde, seramik birleştirmeli süper aşındırıcı taşların kullanımı için bir sistem yaklaşımı" yoluyla, daha düşük toplam maliyet, özdeş geometrik parçalar, daha iyi yüzey kalitesi ve daha sıkı tolerans elde etmek amacına yönelik gereklilikler üzerinde çalışmışlardır. Bu amaçla, geliştirilmiş taşlama sonuçlarını sağlayacak faktörler gruplanmıştır. Bu gruplama Çizelge 2.1'de görölmektedir [8].

Çizelge 2.1. Taşlama sonuçlarını etkileyen faktörlerin gruplanması [8]



M. W. Haris ve A. S. Lvine tarafından yapılan bir araştırmada, taşlama esnasında taş-ış temas bölgesinde, sürtünmeden ve plastik deformasyondan dolayı önemli bir ısı meydana geldiği ve bu ısının, taş ve işin ısı olarak zarar görmesine sebep olduğu açıklanmıştır. Bu yüzden taşlamanın termal durumunu anlamak önemli olduğu ve bu problemi ortaya koymak için, bir tek

aşındırıcı tanenin iş parçasıyla temasından dolayı, taş içine ısı taşınması yol açtığı belirlenmiştir.

Bu araştırmada, özellikle birleştirme maddesinin, tane üzerindeki ısıyı taşıması incelenmektedir. Tane yüzey sıcaklığı için sonuçlar, tane ve birleştirme maddesinin geometrik ve termal özellikleri, tanımlanan parametrelere dayanılarak verilmektedir. Yüksek ısıl iletkenliğin faydalı etkisi, tane ve birleştirme maddesi için açıkça ispatlanmaktadır [9].

Talaş kaldırma sırasında meydana gelen ısı, kaldırılacak talaş tabakasının şekil değiştirme ve ayrılması için gereken enerjiden, takım-talaş ve takım-iş arasındaki sürtünmeden kaynaklanır. Oluşan ısının bir kısmı (% 80'den fazlası) talaş ile tahliye edilir, diğer bir kısmı parçaya geçer, geri kalanı takımın ısınmasına neden olur. Gerek parça ve takım, gerekse takım üzerindeki ısı düzensiz olarak dağılır. (Dolaysı ile ısının oluşturduğu sıcaklıkta bu elemanlar arasında ve içinde düzensiz bir dağılım gösterir.) Bu sıcaklık dağılımında, en yüksek sıcaklık takımın uç kısmına yakın talaş yüzeyinde meydana gelmektedir [10].

Talaş kaldırma sırasında meydana gelen sürtünme ve sıcaklık artışı, takım sertliğinin yanında aşınmaya karşı direncinin de azalmasına neden olmaktadır [11].

Malzemenin aşınma direncini iyileştirmek için özellikle TiN (Titanyum Nitrür) gibi sert, aşınmaya dirençli malzemelerin, mikro yapısı ve aşınma davranışı arasındaki ilişki kurulması incelenmelidir [11,12,13].

Sertlik deformasyona karşı direnci belirler. Deformasyon, yalnızca malzemenin iç özelliklerine değil, deformasyon sertleşmesi davranışı, akma

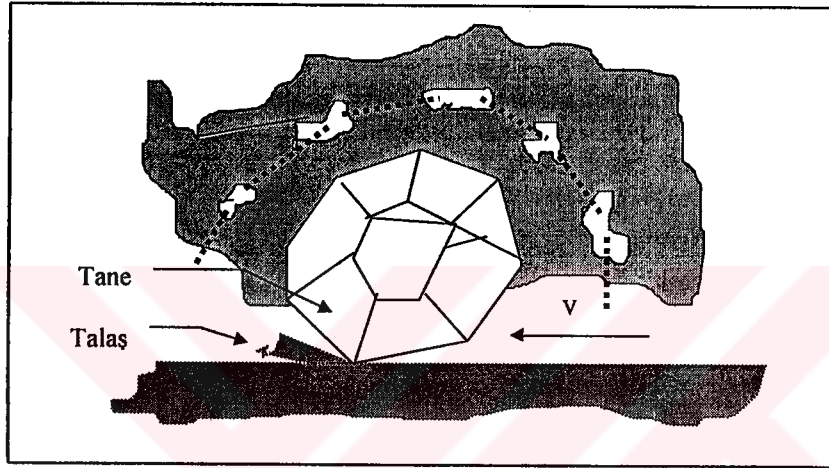
mukavemeti ve elastisite modülü gibi diğer malzeme özelliklerine de bağlıdır [14,15].

Etkin olan aşınma mekanizmaları, temas koşullarına bağlıdır; çizilme, kazılma, sıyrık, az aşınma, darbe aşınması, erozyon, kavitasyon (oyuklanma), difüzyon aşınması, çözülme (solusyon) aşınması, bölgesel ergimeler sonucu aşınma ve oksidasyon aşınması temas koşullarına bağlı olarak ortaya çıkan aşınma tiplerinin örnekleridir. Aşınma tipi, etki eden parametreler arasındaki ilişkinin benzer olduğu belirli koşul gurubunu belirler. Bu nedenle farklı etki gurupları fiziksel olarak tanımlanabilir ve matematiksel olarak formüle edilebilir [11,16].

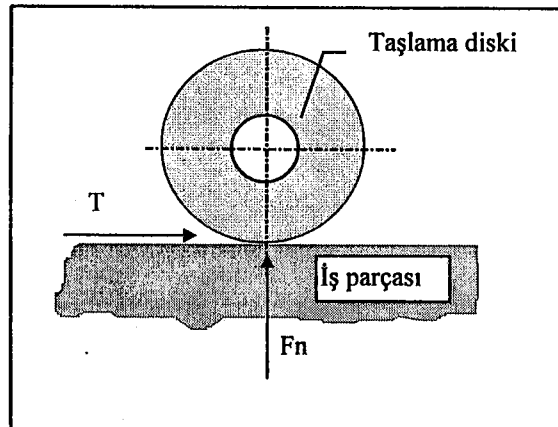
Çelik veya aynı sertlikteki malzemelerden talaş kaldırmak, kesme takımlarının (aşındırıcıların) ömrünü kısaltır. Kullanılan kesicilerin kesici uçları her talaş kaldırılmasında, aşınarak biraz daha kesme kabiliyetini kaybeder. Ve buna bağlı olarak talaş kesiti küçülür. Eğer kesme gücü ve kesiciler arasında uygun bir denge sağlanırsa , kesicinin kesme ömrü uzar ve sık sık bilemeye ihtiyaç kalmaz. Kesme ağzının bozulması ile kesme ağzına etki eden kuvvetler artacak ve diğer faktörler sabit kalacaktır. Aşındırıcılardan birisi test edilirken bu olay görülebilir.(Grisbak'ın çalışması gösteriyor ki kesme kuvvetinin artırılmasında, yüzeyden talaş kaldırma işlemi devam eder.) Özel kurulmuş deney seti şartlarında yapılan araştırmanın sonuçları Çizelge 2.2'de verilmiştir [17].

Çizelge 2.2. Taşlamada taneye etki eden kuvvetler [17]

Kuvvetler	T	F_n
Yeni bilenmiş takımlarda	22.25 N	45.5 N
Belirli miktar talaş kaldırmış takımlarda	44.5 N	155.75 N



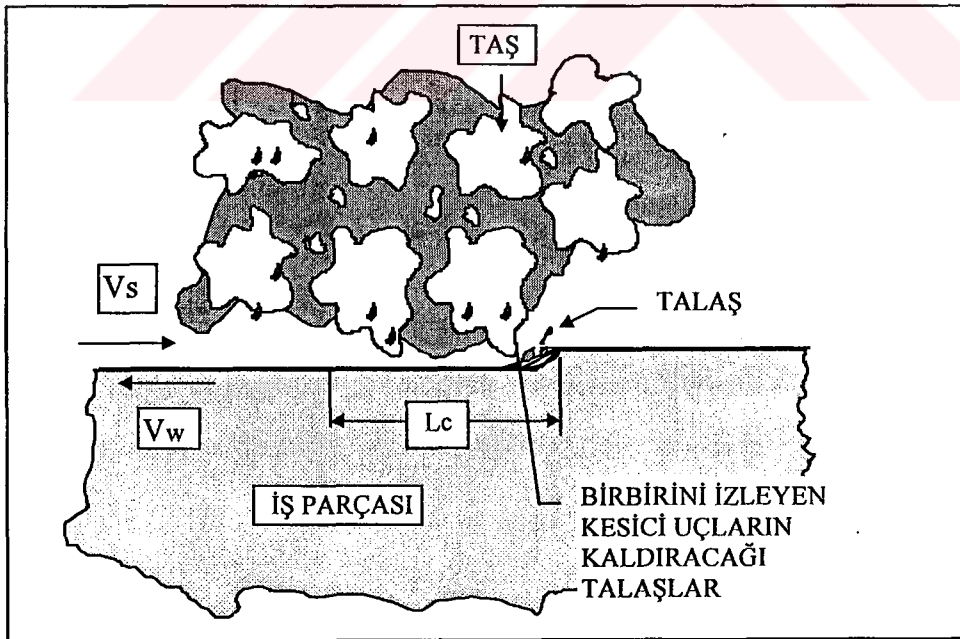
Şekil 2.1. Aşındırıcının talaş kaldırması ve kopması [17]



Şekil 2.2. Taşlama diskini etkileyen kuvvetler [17]

Taşılama diskine etki eden T ve F_n kuvvetleri Şekil 1.2'de gösterilmiştir. Bütün talaş kaldırarak şekillendirme işlemlerinde, kesme aleti körelidikçe kesici uca gelen kuvvet artar. Taşılama işleminde aşındırıcılara gelen kuvvet belirli bir sınırı aşarsa, aşındırıcılar kırılacak veya kopacaklardır (Şekil 1.1). Kopan aşındırıcıların yerine yeni keskin ağızlar ortaya çıkarak kesme işleminin devamını sağlayacaktır. Bu işlemin sürekli olması taş diski çapının kademeli olarak küçülmesine neden olur. Taş diskinin çapının küçülmesi iş parçasına yansır. Bu işlem; genel olarak kendi kendine bileme hareketi olarak adlandırılır [17].

İş parçası üzerinde, tanenin temas ettiği her yerde, tane ve malzeme arasındaki sürtünme kaymasından dolayı oluşan bir ısı vardır. Ayrıca plastik deformasyon olurken malzemede de ısı oluşur. Talaş kaldırılırken tanenin önündeki bölgede, şiddetli bir plastik deformasyon meydana gelir. Böylece kesici tanenin uçlarında önemli büyüklükte ısı oluşur (Şekil 2.3) [18].



Şekil 2.3. Talaş Oluşumu [18]

Taş, iş parçası yüzeyinden her $\delta / (V_w + V_s)$ saniyede bir geçer. Burada δ : Birbirini izleyen kesme uçları arasındaki mesafe, V_w : İş hızı, V_s : Taş hızıdır. Bir taş tanesinin temas bölgesinden geçiş için gerekli zamanı L_c / V_w dir. Temas uzunluğu ise şöyle hesaplanabilir [19].

$$L_c = \sqrt{\frac{2d.R_s.(R_w/R_s)}{(1+R_w/R_s)}}$$

R_s : Taş yarıçapı.

R_w : İş yarıçapı.

d : Taşın kesme derinliği.

Talaş kaldırma bölgesinde taş-iş çevresel hız farkından dolayı iş üzerinde bir noktada bir çok tane geçişi olur ve bunlar ısı oluşturur. Temas eden tane sayısı: $(L_c / V_w) / [\delta / (V_w + V_s)]$ eşitliği ile bulunabilir. Bir kesme düzleminde ortaya çıkan sıcaklığın işlenmiş yüzey sıcaklığından çok fazla olduğu ortaya konmuştur. Yani; taşlama sonrası malzeme yüzeyindeki sıcaklığın, kesme düzleminde oluşan sıcaklığın yerini tutacak büyüklükte olmadığı gösterilmiştir.

Zımpara taşları üzerindeki taneler eşit aralıklı değildir ve bazıları diğerinde daha büyük hacimde talaş kaldırır. Bu yüzden, kesme düzleminde farklı değerlerde sıcaklık oluşur. Kesme düzlemi, talaş geometrileri ve kesme düzlemindeki ısı akışı sınırlı olarak tahmin edilebilir. Endüstride, çok yaygın olarak kullanılan taşlama işlemindeki talaş oluşumu üzerinde, daha çok veriye ihtiyaç duyulmaktadır [19].

Yapılan çalışmalardan anlaşılmıştır ki; iş parçası kalitesine göre, kesme düzleminde ortaya çıkan ısı, malzeme veya yüzey toleransı üzerinde etkilidir [18].

Kesici takımlar çalışma ortamlarında devreye giren çeşitli aşınma mekanizmaları nedeni ile ilk geometrisinden, kullanım süresi ile orantılı olarak sapmalar gösterir. Meydana gelen aşınma sonucunda ilk geometrisi bozulan kesici takımı, metal kesme işlemleri sırasında;

- Gerekli olan kesme ve ilerleme kuvvetlerini artırır,
- Üretilen ısı miktarını artırır,
- İş parçasını yüzey işleme kalitesini bozar.

Serbest yüzeyde aşınma bölgesinin belirli boyuta ulaşması, talaş yüzeyinde krater aşınmasının meydana gelmesi, kesme ağzında küçük parçaların kopması, yüzey kalitesinin bozulması ve kesme kuvvetinin ve gücünün aniden artması durumunda takım aşınmış (körelmiş) sayılır. Bu olayların biri veya kaçı meydana geldiği durumda takım, eski özelliklerini kazanması için bilenir veya sert metal uçları kullandığı durumda değiştirilir. Pratik açıdan bilemenin veya değiştirmenin, aşınmanın hangi aşamasında yapılacağını belirlemek önemlidir [20].

M. Field ve W. Koster tarafından yapılan bir araştırmada, çeliklerin taşlanması, yüksek yüzey kalitesi ve ölçü tamlığını temin edecek olan, bir taşlama parametresi seçilebileceği üzerinde durulmuştur. Taşlama parametrelerinin önceden belirlenerek ayarlanması, genellikle düşük oranlarda talaş kaldırmayla ve bundan dolayı düşük verimlilikle sonuçlanır. Bununla beraber, istatistiksel olarak tasarlanmış deneylerin ve regrasyon analizinin

kullanımıyla elde edilen matematiksel modelle, yorulma dayanımı ve taşlama parametreleri arasındaki matematiksel ilişki elde edilebilmektedir. [21].

Robert S. Hahn ve Ricard P. Lindsay tarafından yapılan bir araştırmada taşlama işlemine başlarken iş parçası ve taş taneleri arasında üç ardışık işlem olduğu belirtilmiştir. Bunlar; Sürtünme, kazıma ve kesme işlemidir. Araştırmacılara göre malzemeler kolay taşlanabilen ve zor taşlanabilen malzemeler olarak gruplanmıştır. Kolay taşlanabilen malzemelerde sürtünme ve kazıma bölgeleri dar ve kesme kuvveti küçük olurken, zor taşlanabilen malzemelerde sürtünme ve kazıma bölgesi daha geniş olmakta ve kesmeye başlama kuvveti de büyümektedir [22].

Aynı araştırmacıların yaptığı çalışmada, iş aşınma parametresi olarak Λ_w ve taş aşınma parametresi olarak da Λ_s alınmıştır. İş parçası ve taş aşınma parametrelerinin oranı ise, taşlama oranı olarak kabul edilmektedir.

$$G = \Lambda_w / \Lambda_s. \quad (2.1)$$

Taşlama oranı iş parçasının paralel çıkmasını önemli derecede etkiler. Zor taşlanan malzemeler için tek tek deney yapılarak Λ_w değerleri bulunabilir [22,23].

Taşlama parametreleri iyi seçilerek taşlama oranı (G) belirlenir ve değerlendirmeler sonucu, ayarlamalar yeniden yapılırsa; taşlama kuvveti, yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı daha da iyileştirilebilir [24].

Taş aşınma parametresi, taşın bilenme şartları ile doğrudan ilgilidir. Zımpara taşının aşınması, genellikle taşın hacimsel kaybı olarak açıklanır. Taş ömrü

boyunca taş hacmindeki aşınmanın yaklaşık % 10'unun taşlamadan, % 90'ının bilemeden dolayı olduğu görülmüştür [25,26].

Taşlama gibi hassas işleme yöntemleri ile üretilen parçaların yüksek boyutsal tamamlık ve kusursuz yüzey kalitesine sahip olabileceği belirtilmektedir. Yine araştırmacılara göre taşlamada hassasiyet, yüzey tamlığı ve yüzey kalitesinin elde edilmesi için işleme kombinasyonu çok önemlidir [27].

Aşındırıcıların kimyasal ve ısı (termik) nitelikleri genel olarak taş tanelerinde şiddetli yüzey aşınmasına sebebiyet verilmektedir (Çizelge 2.3).

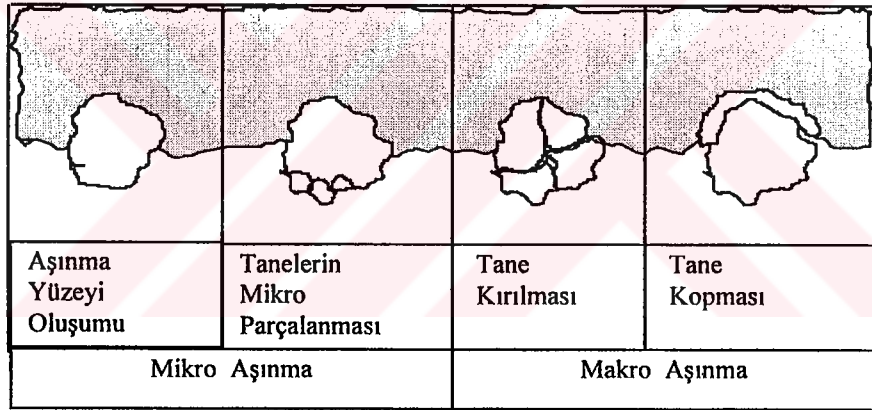
Çizelge 2.3. Aşındırıcıların kimyasal ve ısı (termik) nitelikleri

Aşındırıcı cinsi	Kimyasal reaksiyon	Isıya karşı dayanıklılık	Isı iletim kabiliyeti
Korund	Yok	Taşlama sıcaklığın da dayanıklı	Düşük
Silisyum Karpit			Yüksek
Karpit bornit	1050 ⁰ C' den itibaren parçalanma	1200 ⁰ C' den itibaren parçalanma	Yüksek
Elmas	800 ⁰ C' den itibaren karpit teşekkülü 1000 ⁰ C' den itibaren CO ₂ teşekkülü	800 ⁰ C' den itibaren CBN'den daha yumuşak olur ve granit haline dönüşür	Çok Yüksek

En sık olanı, aşındırıcının malzeme ile kimyasal reaksiyonu halinde meydana gelir, fakat soğutma sıvısı ile veya hava ile meydana gelen reaksiyonlar da tane aşınmasına yol açabilir.

Difzyon aşınması, taşlama sıcaklığıyla çok yakından ilgilidir. 800°C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda, örneğin karbon atomları elmas tanelerinden çelik dokusuna nüfuz eder ve demir vanadyum ve wolfram ile karpitler meydana getirir.

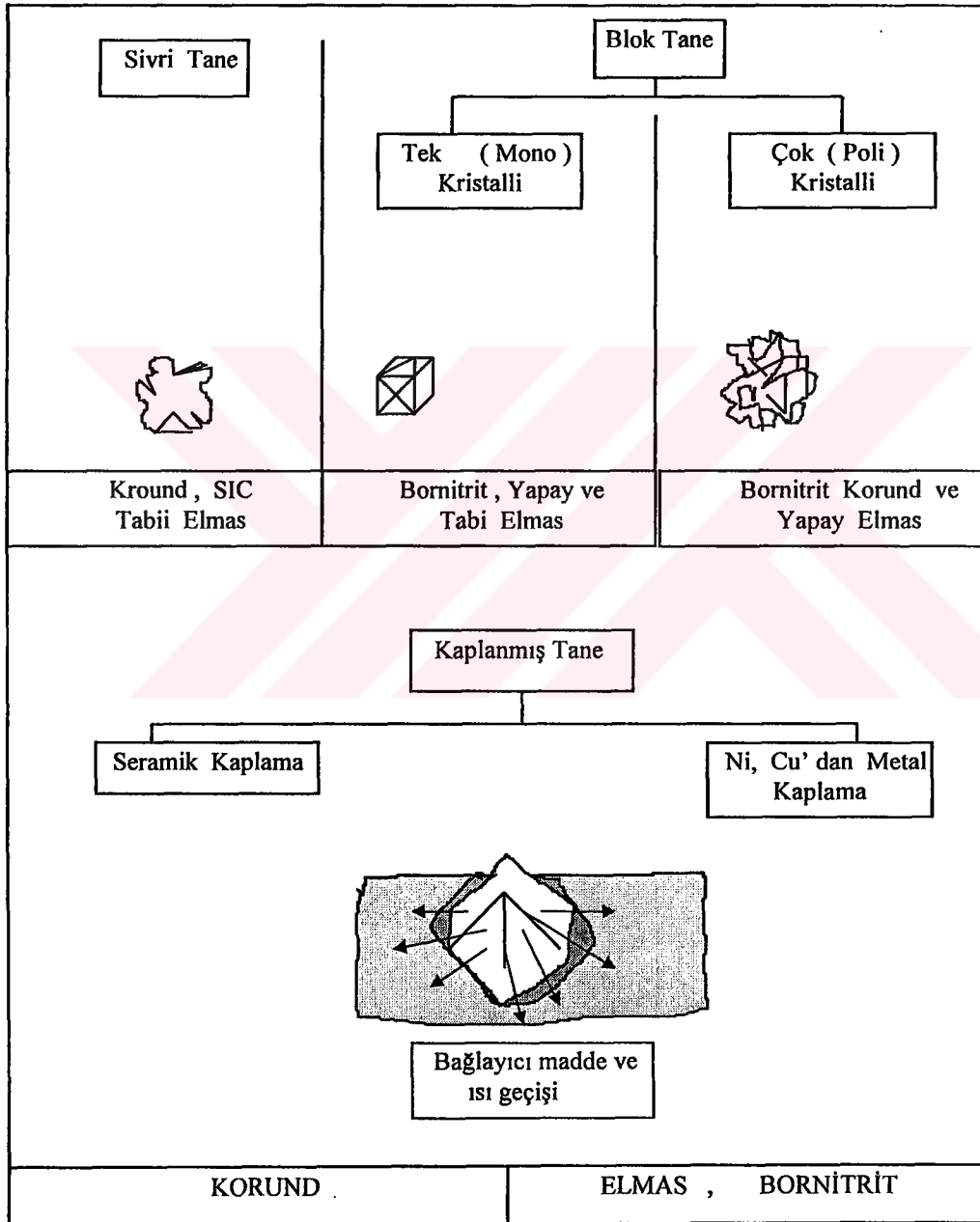
Kesme kuvveti vasıtasıyla tanelerin fazla yüklenmesi halinde genel olarak taşlama taşlarında makro aşınma ağır basar. Küçük kesme kuvvetlerinde, ilk önce artan sürtünme aşınması ile, taneyi parçalanıp dağıtacak kadar veya kırılıp yerinden sökecek kadar yüksek mertebede tane yüklenmesi olur (Kendi kendine bileme etkisi) (Şekil 1.4) [28].



Şekil 2. 4. Aşınma şekilleri [28]

Aşınma yüzeylerinin oluşumu, yüksek sıcaklıkta sürtünme ve kimyasal reaksiyon nedeni ile meydana gelir. Mikro parçalanma, özellikle çok kristalli (polikristalli) tanelerde ve küçük taneli taşlarla çalışma sırasında meydana gelir. Tane kırılması, gevrek tek (mono) kristalli bir tane ve orta veya yüksek bir tane yüklemesinden kaynaklanır. Tane kopması ise sık dokularda, yüksek tane yüklemesinden veya daha az tane tutma kuvveti halinde meydana gelir. Tane cinsleri, taneler şekillerine göre sivri taneler ve blok taneler olarak

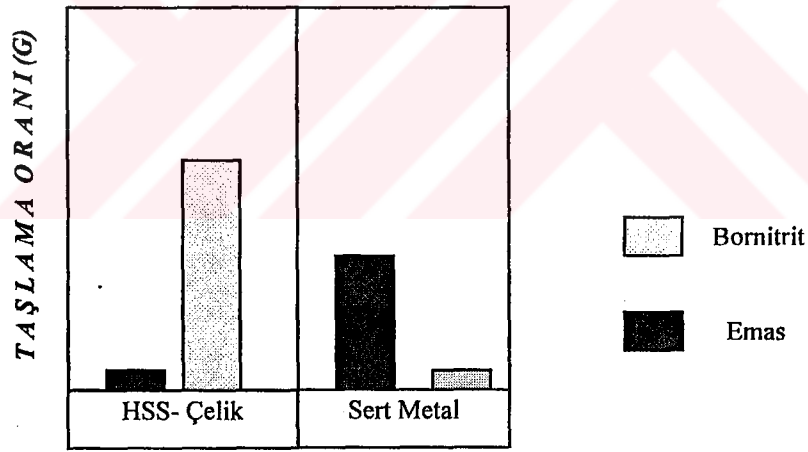
gruplara ayrılırlar (Şekil 2.5). Sivri taneler, uzun talaş kaldırılan malzemeler için çok uygundur. Mono kristalli taneler, bir blok biçimindeki şekle ve büyük tane mukavemetine sahiptir. Bundan dolayı, camın ve seramiğin taşlanması için idealdir [28].



Şekil 2.5. Tane çeşitleri [28]

Statik sertlik, tanenin, tane kümesinden kopmaya karşı direncini ifade eder. Sert veya gevrek malzemelerin taşlanması esnasında, şiddetli sürtünme aşınmasından dolayı taş taneleri çabuk körelir. Sadece yumuşak bir taş, relatif (bağıl) olarak küçük tane yüklenmesi halinde “kendi kendine bileme etkisi”ni temin edebilir. Çok yumuşak bir taş fazla aşınacağından dolayı ekonomik olmaz.

Taşılama oranı, taş aşınmasına göre malzemeden talaş kaldırma oranını mm^3/mm^3 veya cm^3/cm^3 cinsinden ifade eder. Ölçü ve şekil hassasiyetinin sağlanması bakımından, taş aşınmasının mümkün olduğu kadar küçük olması gerekir. Malzeme karbon eğilimine sahip değilse, en yüksek taşılama oranı elmas taneler ile elde edilebilir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Taşılama oranına etkiler

İşleme masrafları hesaba katıldığında, zımpara taşı ve düzeltme masrafları dikkate alındığında, ekonomik sebeplerden dolayı, aşındırıcı çeşitlerinin tipik kullanma alanları elde edilebilir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4. Ekonomik taşlama oranına etkiler [28].

Aşındırıcı cinsi	Kullanım Alanı
Korund	Büyük yüzeyler ve profiller, sık sık değişen profilli takım taşlama
Kübik Bornitrit (CBN)	HSS (sertleştirilmiş çelik) ve hassas taşlama, takım taşlama
Elmas	SM: (Sert Metal) hassas taşlama , takım taşlama

Taşlama oranı G 'ye, önemli ölçüde malzeme, zımpara taşının cinsi, ayrıca ilerleme ve kesme hızı etki eder. Kaldırılan talaşların büyüklüğü, taşın aşınmasını, taşlama kalitesini ve taşlama metodunun ekonomikliğini önemli derecede etkiler (Çizelge 2.5).

Çizelge.2.5. Taşlama metoduna bağlı olarak kaldırılan talaş büyüklükleri [28]

Talaş kaldırma değerleri	Geleneksel Taşlama	Yüksek hızla Taşlama	Derin Taşlama
V_c (m/s)	20 ... 35	60 ... 120	10 ... 35
V_w (m/dak)	4 ... 30	1 ... 4	0.003 ... 0.3
$q = V_c / V_w$	20 ... 120	500 ... 7000	500 ... 200000
a (mm)	0.002 ... 0.1	0.01 ... 0.20	0.05 ... 0.20

V_c : Kesme hızı zımpara taşının çevresel hızına karşılık gelir. Kesme hızında, müsaade edilen en yüksek değerin aşılmasına izin verilmez, aksi takdirde merkezkaç kuvvetinin etkisi ile zımpara taşı çatlayıp parçalanabilir.

V_w : İş parçasının ilerleme hızı. (Düzlem yüzey taşlamada tabla ilerleme hızına ; silindirik taşlamada iş parçasının çevresel hızına karşılık gelir.)

a : Talaş derinliği. (Elde edilmesi gereken yüzeye zımpara taşının dik olarak kat ettiği yoldur. Talaş derinliği, taşlama metoduna, taşlanması gerekli olan malzemeye, aşındırıcı madde çeşidine ve istenen yüzey kalitesine bağlı olarak değişir).

q : Hız oranı (Talaş kalınlığı ve tane yüklenmesi için bir ölçüdür).

Çizelge 2.6. Çevresel hız oranı (çho)

Malzeme	Düzlem Yüzey Taşlama	Düzlem Yüzey Taşlama	Silindirik dış yüzey taşlama	Silindirik dış yüzey taşlama
Çelik	80	50	125	80
Dökme demir	65	40	100	65
Cu,Cu- Alaşımı	50	30	80	50
Hafif metal	30	20	50	30

Talaş kaldırma sırasında meydana gelen ısı, kaldırılacak tabakanın şekil değiştirme ve ayrılması için gereken enerjiden ve takım - taş ve takım - işlenmiş yüzey arasındaki sürtünmeden kaynaklanır. Oluşan ısının bir kısmı (%80'ninden fazlası) talaş ile tahliye edilir. Diğer bir kısmı parçaya ve geri kalanı taşa geçer ve taşın ısınmasına neden olmaktadır [28].

Talaş kaldırma sırasına meydana gelen sürtünmeler ve sıcaklık, takımın sertliğinin yanında aşınmaya karşı direncinde azalmasına neden olmaktadır. Taşlama sıcaklığı, yüzey tamlığı ve taş ömrü bakımından çok önemli bir rol oynar [29].

Aşındırıcı tane iş yüzeyinde kayarak geçerken kesme bölgesinde ısı oluşur ve aşındırıcı tane köreldikçe ısı miktarı da artar. Böylece iş parçası yüzeyinde,

taşlamadan dolayı gerilme ve ısılar zarar meydana gelir. Isınan yüzeye soğutma yapılırken şokdan kaynaklanan deformasyona ve yüzeyde çatlamalara sebep olabilir. Sabit kesme hızında ilerleme hızının artırılması, taş aşınmasını ve pürüzlülük derinliğini çoğaltır ve kenar bölge sıcaklığını artırır. Taşlama işleminde taşı hareketli bir ısı kaynağı olarak düşünürsek, taşın çevresel hız oranı, işe uyguladığı kuvvet ve taş altından geçmesi gereken iş parçası, küçük bir ısıyı absorbe edecek gibi davranır. Isıl zararı azaltmak için:

1. İş hızı artırılarak temas süresi kısaltılır.
2. Taş hızı ve kuvvet azaltılır.
3. Taşın sürekli keskin kalmasını sağlayarak, tanelerin düzleşmesine ve sürtünmeden kaynaklanan ısı artışına izin verilmemektedir [5,28].

Taşlama oranları, aşınma oranları ve özel taşlama kuvveti, işlenen malzemenin taşlanabilme durumunu en iyi tanımlayan faktörlerdir. Taşlama işlemi parametrelerinde taşlama oranı, aşınma oranı, ve belirli enerji esaslarına göre cam şüphesiz taşlanması en kolay maddedir. Camı; seramik ve sementit karpit izlemektedir. Diğer taraftan bugün bile polikristalin isteğe cevap vermediği ve dayanıklılığı tartışma götürmese de, özel tasarlanmış taşlama aletleri uzmanlık ve işi bilmeyi gerektirir. Deney sonucunda bulunan değerlerin, bir maddeden diğer maddeye gösterdiği farklılıklar her zaman aynı olmak zorunda değildir. (Bu değerlerin değişik çıkması için bir çok değişken faktörler olabilir.) Bu değerler taşlama işleminin yapılma tarzına ve yapan kişinin uzmanlık durumuna bağlıdır [30].

Genel olarak taşlarda üç aşınma tipi mevcuttur. Bunlar; aşınma, tanecik kırılması, tane dökülmesi olarak sıralanır. Aşınma; bir kurşun kalemin aşınması gibidir. Bu tip aşınma taşlama diskinin hacimsel olarak aşınması açısından pek önemsizdir. Fakat bu tür aşınma kesme eylemi sırasında en

tesirlisidir. Düz taneciklerin üzerindeki aşınma ve gerçek alan mikroskopla resimleri çekilerek ölçülmüştür. Metal aşınma oranının gerçek temas eden yüzey alanıyla ters orantılı olduğu bulunmuştur [31].

İkinci tip aşınma olan tanecik kırılması genelde taşlama diskinin hacimsel olarak aşınmasıdır. Dikey milli taşlama disklerinde aşınma oranının, verilen talaş derinliği ile ters orantılı olduğu bulunmuştur [31].

Üçüncü tip aşınma taş taneciklerinin yerlerinden koparak düşmesidir. Bu doğru seçilmiş parametrelerle yapılan taşlamada asla görülmez. Bu taşlama diskinin her devrinde taş çapının yaklaşık bir tanenin boyutu kadar düşmesidir.

Taşlama diskinin aşınması değişik metallere göre farklılık arz eder. Değişik malzemelerin içinde bulunan alaşımlar ve bunların bağlılık dereceleri bir yerde karakterlerini de gösterir. Taşlamanın belirli adımlarında disk aşınmasının lineer olamadığı görülmüştür. Her basamakta iş aşınması taş aşınmasına bölünerek aşınma oranı bulunabilir. Taşlamanın devam etmesi ile bir süre sonra taş çapı küçüleceğinden işten talaş kalkması azalacaktır. Bu yaklaşımla aşınma oranının niçin düştüğü anlaşılır. Metal aşınma oranı uygulanan kuvvete göre devamlı artar fakat disk aşınma oranı doğrusal olmayan talaş derinliğine göre devamlı artar. Bu durumda disk aşınması, taşlama oranına göre daha baskındır [32].

Yumuşak taşlama diski, sert taşlama diklerine göre daha düşük taşlama oranları vermektedir.

İş parçasının sertliğinin artması ile taşlama oranı azalır. Dış silindirik yüzey taşlama iç silindirik yüzey taşlamaya göre daha yüksek taşlama oranları vermektedir.

İlerleme oranı veya talaş derinliğinin artması G oranını azaltmaktadır.

Talaş kaldırma parametresi, taş aşınma parametresi, temel kazançlar ve kontrollü kuvvet ve talaş ilerleme oranı arasındaki ilişki olarak tanımlanır. Bu parametreler için sahip olunan değerler, dış ilerleme oranı gibi dıştan içe veya içten yüzeye kontrollü bir taşlamayı mümkün kılmaktadır [32].



3. TAŞLAMA

Taşlama, aşındırıcı bir malzemeden yapılan ve kesme kısımlarının geometrisi belli olmayan bir taş tanesi ile kaldırma işlemidir. Taşlamada kesme, taş denilen takımın dönme hareketi ile gerçekleşir; ilerleme, parça veya takım tarafından yapılabilir. Taşlama genellikle tornalama, frezeleme, planyalama veya vargelleme işleminden sonra ölçü tamlığı ve yüzey kalitesini iyileştirmek için uygulanan nihai bir işlemdir. Ancak bazı hallerde tek başına işlem olarak kullanılabilir. Hassas taşlama şartlarında 0.002 mm ölçü tamlığı elde etmek mümkündür [33,34].

Taşlama işlemleri, işin biçimine ve taşla işin bağlı hareketine göre adlandırılır. Bunlar [35];

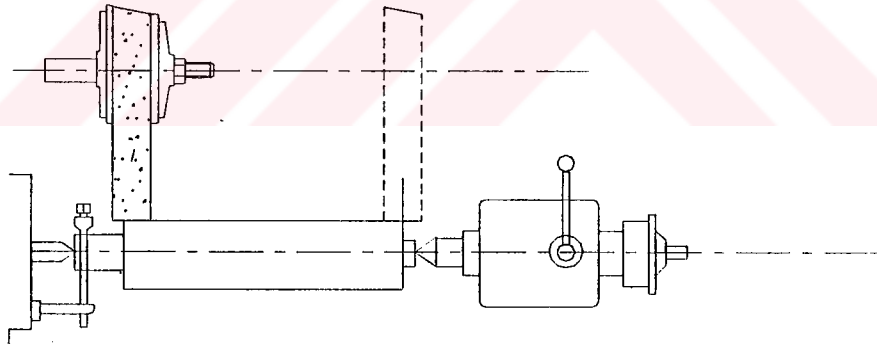
1. Silindirik taşlama
 - a. Dış yüzey
 - b. İç yüzey
2. Konik taşlama
3. Krank taşlama
4. Puntasız taşlama
 - a. İç yüzey
 - b. Dış yüzey
5. Düzlem taşlama
6. Dalma taşlama
 - a. İç yüzey
 - b. Dış yüzey
7. Profil taşlama
 - a. Özel profiller
 - b. Vida

c. Dişli çark

8. Elektrokimyasal taşlama

3.1. Silindirik Dış Yüzey Taşlama

İki punta arasında silindirik parçaların dış yüzeylerinin taşlanması olarak ifade edilmektedir. Hareketlerini tezgahın kinematik sisteminden alan taş ve iş aynı yönde dönerek talaş kaldırmaktadır. Taş başlığı iş parçası eksenine dik olarak hareket edebilecek şekilde yapıldığı gibi, çok büyük tezgahlarda taş başlığı, iş üzerinde aksel olarak hareket edecek şekilde de yapılabilmektedir. İş parçası kendi ekseninde dönme, taş eksenine paralel olarak da gidip gelme hareketi yapmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Silindirik dış yüzey taşlama

İş parçası iki punta arasında taşlanabildiği gibi, üç ayaklı ayna veya sıkma pensi ile bağlama yapılarak da taşlanabilmektedir [35].

3.2. Taşlama Takımları

Taş adını taşıyan, taşlama takımları geometrisi tam olarak belli olmayan çok ağızlı bir takımdır. Başka bir ifadeyle taşlama takımı birbirleri ile bir bağlayıcı madde ile birleştirilen binlerce aşındırıcı tanecik den meydana gelmektedir. Her hangi bir taşın; Aşındırıcı tanecikleri, birleştirme maddesi ve boşluklar olmak üzere üç elamanı vardır. (Aşındırıcı tanecikler esas takımı; birleştirme (bağlama) maddesi aşındırıcı tanecikleri bir arada tutmayı, boşluk talaş kırma ve aynı zamanda talaşın uzaklaştırılmasını sağlayan taş) [35].

3.3. Aşındırıcılar

Aşındırıcılar, tanecik ve toz halinde bulunan ve çok hassas işlemlerde kullanılan sert malzemelerdir. Bunlar doğal ve sentetik olmak üzere iki gruba ayrılır. Doğal aşındırıcılar en önemlileri korindon, zımpara ve elmadır. Korindon ve zımpara doğal alüminyum oksidinin en önemli bileşenleridir. Ancak bunlar günümüzde çok az bulunmaktadır.

Sentetik (yapay) aşındırıcılar alüminyum oksit, silisyum karbür ve sentetik elmas olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır [33].

3.3.1. Alüminyum oksit veya sentetik korindon

Boksidin ergimesi ile elde edilen alüminyum oksit (Al_2O_3)'in bir şeklidir. Boksidin ergimesi (1900^0 2000^0 arasında) ile cevherde bulunan yabancı maddeler ayrılır ve alüminyum oksit blok halinde kristal şeklini alır. Daha sonra bu bloklar parçalanır, değirmenden geçirilerek istenilen parça boyutuna getirilir. Bu şekilde çok sert, tok, sıcaklığa dayanıklı (yaklaşık 2050^0C 'ye kadar) ve çok keskin uçlara sahip olan bir aşındırıcı malzeme elde edilir.

Malzemenin sertliği ve tokluğu ihtiva ettiği alüminyum oksit miktarına bağlıdır. Alüminyum oksit miktarı arttıkça malzemenin sertliği artar fakat tokluğu azalır [34].

3.3.2. Silisyum karbür

Silisyum (Si) ve karbonun (C) kimyasal bileşimi (SiC) olan bu malzeme, kum halinde kuvarsın faz şeklinde bulunan kok kömürü ile birlikte ergimesi ile elde edilir. Alüminyum oksitten daha sert ve 2050⁰C sıcaklığa kadar dayanabilen bu malzeme, çok iyi kesme özelliklerine sahip tanecikler oluşturur. Silisyum karbürün ticari isimleri “karborundum” veya “krystolon” dur.

3.3.3. Kübik bor nitrürü (CBN)

“Boroson” “Elbor” veya “Amber” olarak tanınan bu malzeme suni bir aşındırıcıdır. İmalatı suni elmasına benzeyen bu aşındırıcı ile 60 HRC sertlik ve üzerindeki çelikler taşlanabilir.

3.3.4. Elmas

Aşındırıcılar arasında en sert malzeme olan elmas, sıcaklığa ve aşınmaya karşı çok dayanıklı fakat çok kırılğan ve pahalı bir malzemedir. Kırılğan olduğu için ince veya çok ince talaş kaldırma işlemlerinde kullanılır. Elmas ile işlenerek elde edilen yüzeylerin ortalama pürüzlülüğu 0.1µm civarındadır. Normal işlemlerde 100 ila 500 m/dak arasında olan kesme hızı, özel hallerde 300 m/dak'ya çıkabilir. İşleme sıcaklığı 1500⁰C kadardır.

3.4. Aşındırıcıların Mekanik Özellikleri

Aşındırıcı malzemelerin mekanik özellikleri sertlik, tokluk, aşınmaya (yenmeye) karşı dayanımı ve kırılma kabiliyetidir. 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 taneciğinin keskin uçlarının körelmesine neden olan, çok ince toz şeklinde parçacıkların ayrılmasıdır. Yenme özelliğine karşın kırılma, kristal yapının parçalanmasıdır. Knoop sertlik skalasına göre aşındırıcı malzemelerin sertlikleri Çizelge 3.1'de görülmektedir.

Çizelge 3.1. Knoop sertlik skalasına göre aşındırıcı malzemelerin sertlikleri

Alüminyum oksit	Silisyum-karbürü	Kübik bor nitrürü	Elmas
2000	2500	4700	7000

Diğer taraftan pratikte kullanılan malzemelerin sertlikleri aynı skalaya göre: Çizelge 3.2'de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Knoop sertlik skalasına göre bazı malzemelerin sertlikleri

Yumuşak Çelik	Hız Çeliği	Tungusten Karbürü	Bor Karbürü	Titanyum Karbürü
200	1000	2000	3000	3500

Çizelge 3.2'deki sertlik değerleri, Çizelge 3.1'deki sertlik değerleri ile karşılaştırıldığında; alüminyum oksidin, yumuşak çeliği ve hız çeliğini; silisyum karbürün bunlara ilaveten tungsten karbürünü ve kübik bor nitrürün ise, tüm bu malzemeleri taşıyabileceği anlaşılmaktadır [33].

3.4.1. Taş tane büyüklükleri

Aşındırıcı malzemelerinin önemli özelliklerinden biri de, taneciklerin boyutlarıdır. Taneciklerin boyutları sayı ile ifade edilir. Bu sayı, taneciklerin geçebilecekleri standart bir eleğin delik sayısını temsil etmektedir. Örneğin boyut sayısı 24 olan tanecikler, bir inç (1"=25.4 mm) boyunca 24 deliğin bulunduğu elekten geçebildikleri anlamına gelir. Bu tanecikler bir inç boyda 30 delik bulunan elekten geçemezler. DIN standardına göre tanecikler Çizelge 3.3'de görülmektedir.

Çizelge 3.3. DIN standardına göre tanecikler [35]

Çok Kaba	Kaba	Orta	İnce	Çok İnce	Toz
8	14	30	70	150	280
10	16	36	80	180	320
12	20	40	90	220	400
	24	46	100	240	500
		54	120		600
		60			800
					1000
					1200

Amerikan Standardlarına göre Çizelge 3.4'te aşındırıcı tane büyüklüğü sınıflandırılması verilmektedir [33].

Çizelge 3.4. Amerikan Standardlarına göre aşındırıcılar

Kaba	Orta	İnce	Toz
6-24	30-60	70-220	240-600

Alüminyum oksit aşındırıcılar 4 ila 240 boyutlarında imal edilir. Toz incelikteki tanecikler flotasyon ile, diğerleri bilyalı değirmenlerde elde edilmektedir [35].

3.5. Birleştirme Malzemeleri

Birleştirme malzemeleri, aşındırıcı tanecikleri birbirine birleştiren malzemelerdir. Bu malzemelerin taş üzerine etkileri şu şekilde sıralanabilir:

Taşın rijitliğini veya esnekliğini tayin eder.

Taneciğin taştan ayrılma mukavemetlerini belirler.

Pratikte kullanılan birleştirme malzemeleri organik ve inorganik olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

3.5.1. Organik birleştirme malzemeleri

Esnek birleştirme malzemeleri olarak bilinen organik malzemelerin esaslarını şunlar oluşturur:

3.5.1.1. Lastik birleştirme

Benzin veya kükürt ile yumuşatılmış lastik karışımıdır. Bu malzemelerden yapılan taşlar esnek mukavim ve neme karşı dayanıklıdır. Çapları oldukça büyük (150 mm kadar) fakat çok ince (0.5 mm) taşların yapımında elverişlidir.

Lastik birleřtirmeli tařlar, műsaade edilen kesme hızları oldukça bűyűk olmanın yanında (75 m/s' ye kadar) iyi bir parlatma kabiliyetine de sahiptir.

2.5.1.2. Reĉine birleştirme

Bakalite dayanan sentetik bir birleřtirme malzemesidir. Bu malzeme ile imal edilen tařlar mukavim, esnek, yűksek dűnme hızına sahip olmakla beraber, alkalın soĖutma sıvılarına dayanıksızdır. Bu sakınca bir űlĉűde tařları parafın ile kaplayarak giderilmektedir.

3.5.1.3. şellak birleştirme

řellak birleřtirme ile imal edilen tařlar, kam milleri gibi deĖiřken profillere sahip elemanlarda ĉok iyi yűzey kalitesi oluřtururlar.

3.5.2. İnorganik birleştirme malzemeleri

Vitrifiye (camlaştırılmış) adınıda taşıyan bu grubu; seramik, magnezyum ve silikat gibi malzemeler oluşturur.

3.5.2.1. Seramik birleştirme

Seramik birleştirme (porselen esaslı), ana malzemeleri kil, feldspat, kuvars olan refraktűr (ısıya dayanıklı) malzemelerdir. Yűksek sıcaklığa, su, asit, yaĖ ve diğer malzemelere dayanıklı olmakla beraber verimlilikleri yűksek ve uzun sűre kesme kabiliyetini muhafaza etmekte ve bu nedenle tař imalatında ĉok yayĖın kullanılmaktadır. Sakıncaları, ĉok kırılĖan ve dolaysı ile darbelere karşı az mukavim olmalarıdır.

3.5.2.2. Silikat birleştirme

Silikat birleştirme (cam esaslı), esasen pişirilerek sertleştirilmiş cam suyudur. Kullanma alanı hemen hemen hiç yoktur.

2.6. Taşların Sertliği

Taşlamada, bir süre çalıştıktan sonra kesme kuvvetlerinin etkisi altında tanecikler taştan ayrılır. Taş gittikçe ufalanır ve belirli bir boyutta kullanılmaz duruma gelir. Taşın, birleştirme (bağ) malzemesine bağlı olarak, tanecikleri belirli bir süre taş bünyesinde tutma kabiliyetine sertlik denir. Bu bakımdan sert, orta, yumuşak gibi taşlar vardır. Taşta ne kadar birleştirme maddesi çoksa taş o kadar serttir. Sert bir taşın tanecikleri, yumuşak bir taşa göre daha uzun bir süre taş bünyesinde muhafaza edilir. Böylece taneciklerin ayrılma sürelerine bağlı, taşın belirli bir ufalanma hızı vardır. Taşın sertliği arttıa ufalanma hızı azalır. Başlangıçta belirli bir kesme kabiliyetine sahip olan tanecik, belirli bir süre çalıştıktan sonra krlenir ve kesme kabiliyetini kaybeder. İşe göre uygun seçilmiş bir taşta, tanecik hemen kreldikten sonra ayrılmalı ve yerini onun altında bulunan ve keskin uçlara sahip olan taneciğe bırakmalıdır. Krelen taneler uzun süre taşta muhafaza ediliyorsa, taş kesme yapamaz duruma gelir.

3.6.1. Yumuşak taşlar

Yumuşak taşlarda, aşındırıcı tanecikler kısa sürede dökülüp yerlerini yeni ve keskin taneciklere bıraktıkları için, kesme etkileri iyidir. Ancak çabuk aşındıkları için şekillerini uzun süre muhafaza edemezler.

3.6.2. Sert taşlar

Sert taşlar, aşındırıcı tanecikleri uzun süre taş üzerinde muhafaza ettikleri için kesme bakımından o kadar etkili değildir; ancak şekillerini uzun süre muhafaza edebilirler. Bu bakımdan taş sertliğinin işe göre seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu seçimi yaparken, sertliğin taşın bir özelliği, körlenmenin ise, parça malzemesine bağlı olduğunun göz önünde tutulması gerekir. Belirli bir sertliğe sahip olan taş, sert bir malzemenin taşlanması daha çabuk; yumuşak bir malzemenin taşlanması daha uzun bir süre sonra körlenecektir. Bu bakımdan taneciğin körelme ile ayrılma zamanlarını denk getirmek için, taşların seçimi genel anlamda şu kurallara göre yapılır:

Yumuşak malzemeler için sert taşlar;

Sert malzemeler için yumuşak taşlar, kullanılır.

Taşların sertliği, aşındırıcı taneciklerin sertliği ile karıştırılmamalıdır. Taşların sertlikleri büyük harflerle simgelenir. Çizelge 3.5'de simgeleme tarzına göre taşların sertlik bakımından sınıflandırılması verilmiştir [33].

Çizelge 3.5. Taşların sertlikleri

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

3.7. Taşların Yapısı

Aşındırıcı tanelerin birleştirme maddesi ile birlikte preslenerek şekillendirilmesi sırasında, tanelerin birbirine olan uzaklığı preslenme kuvvetine bağlı olarak farklı oluşur. Bu uzaklıkla ilişkili olarak, taşın yapısında gözenekler meydana gelir. En sık doku 1 ile tanımlanırken en seyrek doku 20 rakamı ile tanımlanır [36].

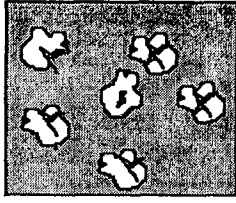
Çizelge 3.6. Taşlarda kullanılan etiket renklerinin anlamı

Etiket Rengi	Kahverengi	Sarı	Kırmızı	Yeşil
Taşın Aşındırıcı Cinsi	Normal Korindon	Yarı Zengin Korindon	Zengin Korindon	Silisyum Karbür
Simgesi	NK	HK	EK	SC

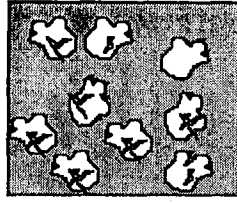
Taşlar aşındırıcı tane renklerine ve etiket renklerine göre tanımlanabilirler (Çizelge 3.6, 3.7). Taşların dokusu ile ilgili bir örnek Şekil 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Taşlarda kullanılan renkli köşegenlerin anlamı

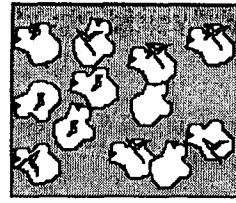
Köşegenin Rengi	Beyaz	Mavi	Sarı	Kırmızı	Yeşil
Müsaade Edilen Hız (m/s)	15-25	45	60	80	100



a) Seyrek doku



b) Normal doku



c) Sıkı doku

Şekil 3.2. Taşların yapısı (dokusu)

3.8. Talaş Kaldırma Faktörleri

3.8.1. Talaş kaldırma mekaniği

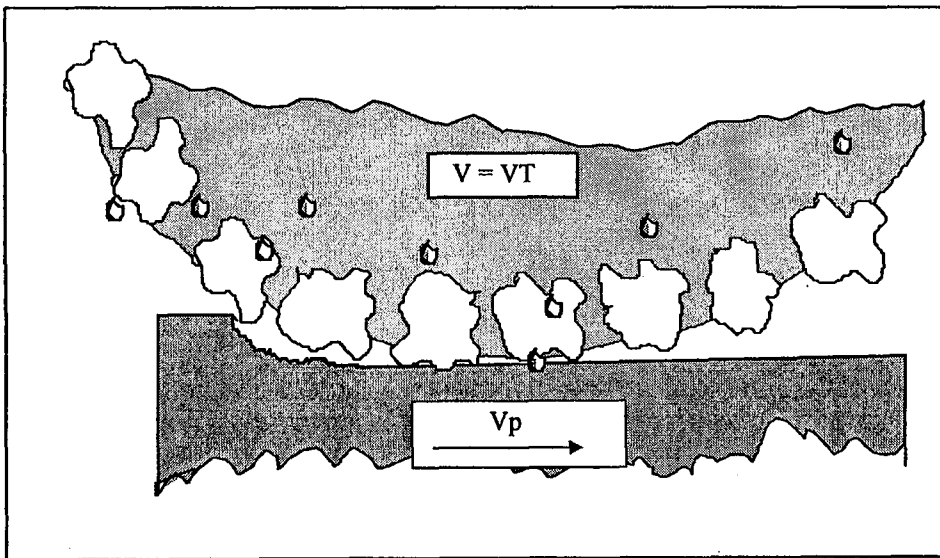
Taşlamada talaş kaldırma olayı, kesici dişler yerine çok sayıda aşındırıcı taneciklerin bulunduğu düşünülürse, frezeleme işlemine benzetilebilir. Bir taneciğin kaldırdığı talaş kalınlığı, freze çakısı dişlerinde olduğu gibi sıfırdan maksimum bir değere kadar değişir. Ancak, bu şekilde kaldırılan talaşın boyutu bir kaç mikron civarında olup çok küçüktür. Fakat aynı anda çok büyük sayıda taneciklerin işlemde bulunduğu düşünülürse, kaldırılan toplam talaş miktarı oldukça büyüktür. Taşlamada elde edilen yüksek yüzey kalitesi, kaldırılan talaşın çok küçük ve kesme hızının çok büyük olmasına bağlıdır.

Taşlama işlemini yönlendiren önemli bir etken, taneciğin aşınma ile taştan ayrılma olayıdır. Aşınma sonucu olarak, taneciğin keskin uçları körlenir ve kesme kabiliyeti kaybolur; ayrıca aşınmadan dolayı taşın orijinal şeklinde değişiklikler meydana gelir. Ancak taşın kesme kabiliyetini kaybetmesi,

taneciklerin aşınmasının yanı sıra, tanecikler arasındaki boşlukların talaş, toz ve çok küçük parçacıklarla dolmasına da bağlıdır.

Taneciklerin taştan ayrılmaları, bunların altında bulunan keskin uçlu taneleri yüzeye çıkararak ve boşlukları bir ölçüde temizleyerek, taşta yeniden kesme kabiliyeti kazandırmaktadır. Buna kendi kendine bileme denilir. Bunun mümkün olmadığı durumlarda, taşlar genellikle elmas uçlu takımlarla düzeltilmektedir. Kendi kendine bileme olayının, ekonomik olması gerekmektedir. Buda, daha önce belirtildiği gibi, taşın sertliğine ve parça malzemesine bağlı olmaktadır [33].

Taşın gerek kendi kendine, gerekse takımla bilenmesi, ufalanmasına ve belirli boyutta kullanılmaz duruma gelmesine neden olmaktadır. Ancak, taşın ufalanma süresi, bir başka deyimle aşınma hızı da ekonomik olmak zorundadır. Belirli bir iş için taş çabuk ufalanır ve işe yaramaz duruma gelirse, taşlama işleminin maliyeti artırmaktadır. Bu bakımdan da taşlamanın ekonomik olması, taş sertliğini parça malzemesine göre uygun olarak seçilmesi gerekmektedir.



Şekil 3.3. Taşlamada talaş kaldırma olayı

Taşılama sırasında meydana gelen başka bir olay sıcaklığın oldukça yüksek değerlere (1000-1500°C 'ye kadar) ulaşmasıdır. Sıcaklığın yükselmesi, taneciklerin düzgün geometrik şekle sahip olmaları ve kesme hızlarının yüksek olmasıyla ilgilidir (Şekil 3.3). Bu nedenle taşlamada, soğutma özelliği iyi olan bol miktarda kesme sıvısı kullanılmaktadır. Soğutmanın yanı sıra kesme sıvısı, tanecikler arasındaki boşlukları temizleyerek taşın kesme kabiliyetini artırır, yüzey kalitesini iyileştirir, taşılama sırasında oluşan talaş, toz gibi parçacıkları taşları yüzeyden uzaklaştırarak taşılama çevresini temizler ve daha iyi bir çalışma ortamı meydana getirmektedir [33].

3.8.2. Taşılama teorisi

Taşılamanın en önemli özelliği, frezelemede olduğu gibi talaş kalınlığının değişken olmasıdır. Ancak taşılamada talaşın ortalama kalınlığı (h_m) teorik olarak aşağıdaki varsayımlarla tayin edilebilir. Taşı oluşturan tanecikler birbirine göre gelişi güzel λ_{K1} , λ_{K2} vs. mesafede bulunurlar. Kesme, sadece taşın dış yüzeyinde bulunan tanecikler tarafından yapılır. Bu tanecikler arasındaki ortalama efektif mesafe λ_{Ke} ' dir. Şekil 3.4'de:

d_1 : taşın çapını (mm)

d : parça çapını (mm)

v : kesme hızını

v_p : parça hızını

A : talaş kalınlığını (mm)

a : indisi dış taşılamayı

I : indisi iç taşılamayı

e : indisi düzlem yüzey (satih) taşılamayı ifade eder.

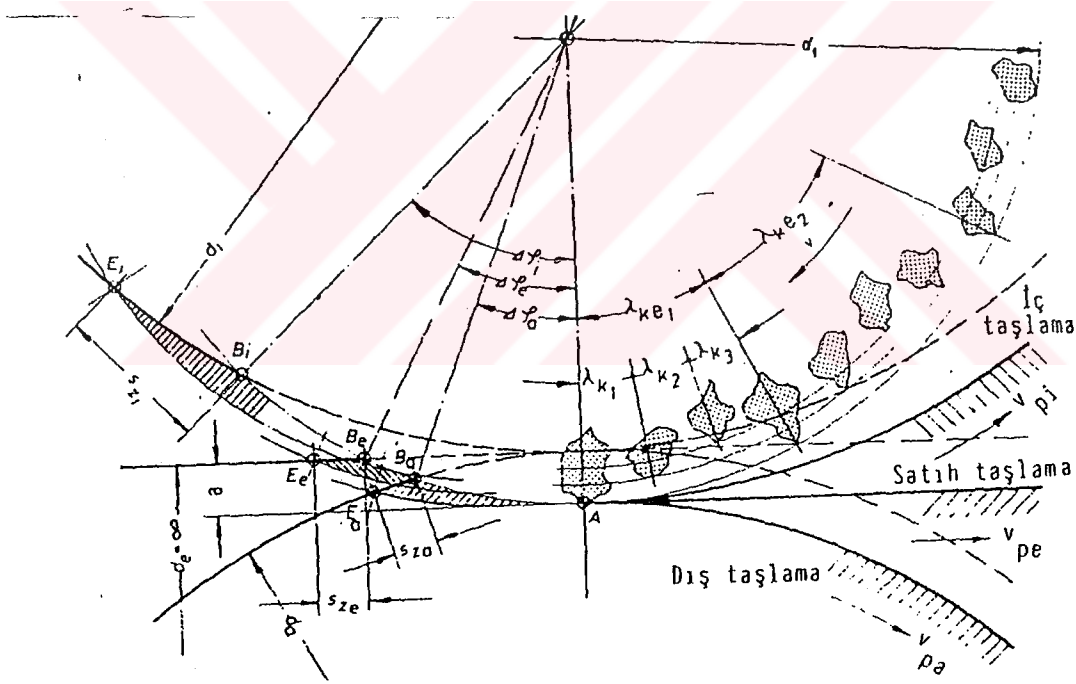
Taşılama sırasında taş ile parça arasındaki ilişkiler göz önünde tutulursa, bir taneciğin çeşitli taşılama yöntemlerinde kaldırdığı talaşın kalınlığı :

silindirik taşılamada : AE_aB_a ,

satıh taşılamada : AE_eB_e ,

silindirik iç (delik) taşılamada : AE_iB_i olacaktır .

Şekil 3.4'de de görüldüğü gibi, talaş ile parça arasındaki temas uzunluğu dış silindirik taşılamada en kısa (AB_a) ; satıh taşılamada orta (AB_e) ve iç silindirik taşılamada en uzun (AB_i) olmaktadır.



Şekil 3.4. Taşılama teorisi ile ilgili, taşları oluşturan tanelerin dizilişi

Bu koşullar da bir taneciğin dış ve iç silindirik taşılamada kaldırdığı talaşın ortalama kalınlığı ,

$$h_m = (v_p/v_s) \lambda_{ke} \sqrt{a ((1/D_s) \pm (1/d))} \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilir. Burada :

v_p : parçanın çevresel hızı

v_s : taşın çevresel hızı

a : kesme derinliği (mm)

D_s :taşın çapı (mm)

d : parçanın çapı (mm)

$+$: dış taşlama

$-$: iç taşlama için geçerlidir.

Satış taşlamada $1/d = 0$ olduğundan yukarıdaki bağıntı

$$h_m = (v_p/v_s) \lambda_{ke} \sqrt{a/D_s} \text{ şeklinde yazılır.}$$

Teorik bir değer taşımalarına rağmen yukarıdaki bağıntılara dayanarak, taşlama hakkında aşağıdaki sonuçlar elde edilir:

h_m in değeri ile kesme kuvvetleri, taşın ömrü ve yüzey kalitesi arasında sıkı bir bağıntı vardır. h_m in değeri büyüdükçe kesme kuvvetleri büyüyecek, taneciklerin aşınması hızlanacak ve buna bağlı olarak bir yandan taşın ömrü azalacak, diğer yandan da yüzey kalitesi ve ölçü tamlığı bozulacaktır. Yani taş yumuşak olarak davranacaktır. h_m in değeri azaldıkça, olaylar tersine gelişecek yani, kesme kuvvetleri azalacak, taşın ömrü yükselecek, yüzey kalitesi iyileşecek ve taş sert olarak davranacaktır.

Taş ve iş arasındaki temas uzunluğu büyüdükçe, aynı tanecik yüksek basınç ve sıcaklık altında daha uzun bir süre kalacak ve dolaysı ile daha çabuk aşınacaktır. Bu bakımdan dış silindirik taşlama en elverişli, iç silindirik taşlama en zor durumdadır. Düzlem yüzey taşlama bunların arasında yer almaktadır.

Belirli bir taşlama yöntemi için h_m in değeri v_p , v_s , λ_{ke} , a , D_s , ve d değerine bağlıdır. Bu bakımda h_m in değeri v_p , λ_{ke} ve a 'nın büyümesi ile artar ; v_s , D_s ve d 'nin büyümesi ile azalır. Burada önemli olan taşın v_s çevresel hızı ile işin v_p çevresel hızının etkisidir. h_m in değerinin azalması, yani taşın yüksek ömrü ve kalitesi, v_s 'nin büyümesi ve v_p 'nin azalması ile elde edilir. Ancak v_s 'nin büyümesi taşın kırılmasına neden olan merkezkaç kuvvetlerden dolayı sınırlıdır. Birleştirme malzemesine bağlı olan bu hız sınırı örneğin seramik taşlar için 30 ila 35 m/s; reçineli taşlar için 35 ila 40 m/s 'dir . Taşın çevresel hızını sınırlayan bir başka olay sıcaklıktır. Yüksek hızlardan oluşan sıcaklıklardan dolayı bazı hallerde işlenen yüzeylerde yanmalar meydana gelmektedir. Ek bir soğutma sistemi ile bu olaylar yok edilebilir. Ancak bazı malzemeler, örneğin titanyum ve zirkon yüksek sıcaklıkta asla taşlanmazlar. Diğer taraftan parçanın v_p çevresel hızının azalması, taş ile iş temasının büyümesine ve dolaysıyla esas işleme zamanının artmasına neden olmaktadır. Bu bakımdan v_p 'nin de bir minimum sınırı vardır [33].

3.8.3. Talaş boyutları

Daha öncede belirtildiği gibi taşlama, talaş boyutları tam belli olmayan bir talaş kaldırma yöntemidir. Ancak iyi bir yaklaşımla, frezeleme işlemine benzetilebilir. Bu durumda talaşın boyutları h talaş kalınlığı ve b talaş genişliğidir. Değişken olan talaş kalınlığı 3.1'deki' bağıntı ile tayin edilen h_m ortalama talaş kalınlığı; talaş genişliği ise taş genişliği olan b kabul edilir.

Pratikte diğer talaş kaldırma yöntemlerinde olduğu gibi kesme koşullarını belirtmek için h_m ve b değil de a paso kalınlığı ve s avans kullanılır [37].

3.8.4. Taşlama kuvveti

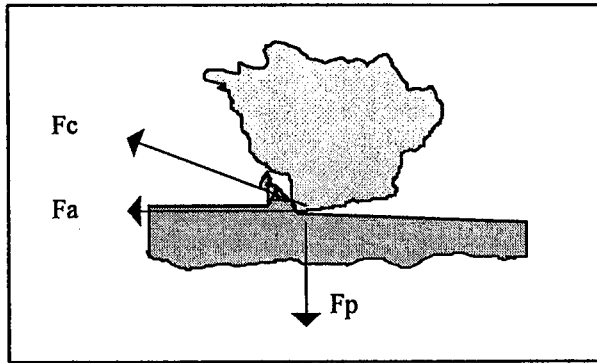
Diğer talaş kaldırma işlemlerinde olduğu gibi, taşlama işleminde de;

F_c : Kesme kuvveti,

F_p : Takım kuvveti,

F_a : İlerleme kuvveti,

olmak üzere üç temel kuvvet bulunur. Ancak bu işlemde kullanılan takım (zımpara taşı) incelendiğinde, kesme işlemi yapan taş tanelerinin sayılamayacak kadar çok ve bu tanelerin düzgün olmayan bir geometriye sahip oldukları görülmektedir (şekil 3.5). Bu sebeple esas kesme kuvveti (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, taşın sertliği, tane büyüklüğü, dokusu, talaş derinliği, ilerleme, işlenen gerecin çekme dayanımı, rijitlik vb. şeklinde sıralanabilir.



Şekil 3.5. Taşın geometrisi ve kuvvetler

Bununla beraber, deneysel yöntemlerle bulunmuş ortalama kesme kuvveti;

$$F_c = 60 \cdot \delta_{\phi} \cdot a \cdot s \cdot V_p / V_c \text{ (N)} \quad (3.4)$$

şeklinde yazılabilir. Burada;

δ_{ϕ} : İşlenen parça gerecinin kopma dayanımı, (N/m²)

a : Talaş derinliği, (m)

s : İlerleme, (m/devir)

V_p : İş parçasının hızı, (m/sn)

V_c : Taşın çevresel hızı, (m/sn)

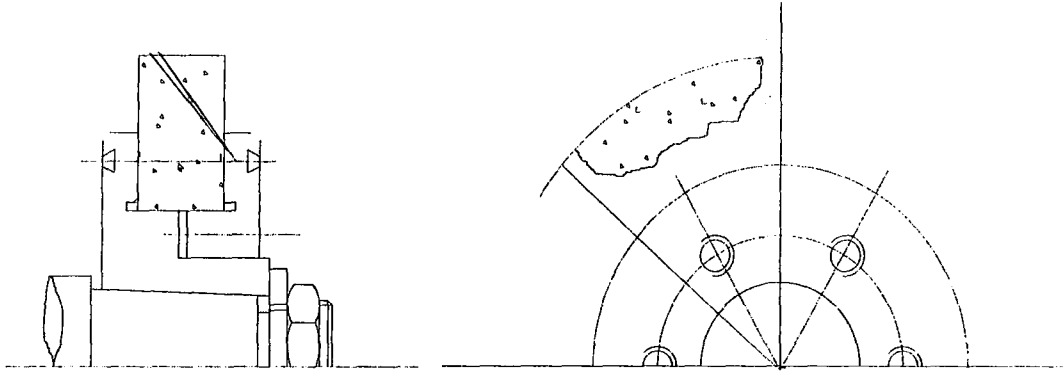
Diğer işleme yöntemlerinin aksine, taşlamada (F_p) takım kuvveti (F_c) esas kesme kuvvetinden daha büyüktür. Deneysel çalışmaların ortaya koyduğu sonuçlara göre, bu kuvvet;

$$F_p = (1,3 - 1,45) F_c \quad (3.5)$$

şeklinde ifade edilebilir [37].

3.8.5. Taşın tezgah miline flanş ile bağlanması ve flanş sıkma kuvvetinin belirlenmesi

Zımpara taşının tezgah miline bağlanması, özel sıkma flanşları ile sağlanır (Şekil 3.6). Burada flanş sıkma kuvveti (F_s), taşın sağlıklı bağlanması yönünden önem taşır. Gereğinde fazla uygulanan bir sıkma kuvveti, zımpara taşının yanaklarında bir takım hasarlar yapmasının yanında, vida sayısının da gereksiz yere artmasına yol açar. Buna karşılık yetersiz bir sıkma kuvveti ise taşın frenlemesine dolaysı ile aşırı yüklenmesine yol açabilir.



Şekil 3.6. Taşın tezgah miline flanş yardımı ile bağlanması

Şekil 3.6'e göre;

C_m : Tezgah milindeki moment (Nm)

C_f : Flanş baskı yüzeyinin, taşın yanal yüzeyinde oluşturduğu sürtünme momenti (Nm)

P : Tezgah milindeki güç (Watt)

D_m : Taş çapı (m)

f : Taşın yanal yüzeyi ile, flanş sıkma yüzeyi arasındaki sürtünme katsayısı.

φ : Sürtünme açısı

V_c : Taşın çevresel hızı (m/sn)

R_m : Sıkma yüzeyi ortalama çapı (m)

x : Sıkma vidası sayısı (adet) olursa;

ω : Açısal hız (rd/sn)

$$C_m = C_f, \quad C_f = P / \omega \quad (3.6)$$

yazılabilir. Buradan (P) çekilirse;

$$P = C_f \cdot \omega \quad (3.7)$$

olur. $\omega = V_c / D_m$ dir. Bu değer (3.7)'de yerine konursa;

$$P = C_f (V_c / D_m) \quad (3.8)$$

yazılır. Öte yandan, (C_f) sürtünme momenti,

$$C_f = F_s \cdot R_m \cdot \tan \varphi \quad \text{veya} \quad \tan \varphi = f' \text{ den}$$

$$C_f = F_s \cdot R_m \cdot f \cdot (V_c / D_m) \quad (3.9)$$

olur. Buradan sıkma kuvveti çekilirse,

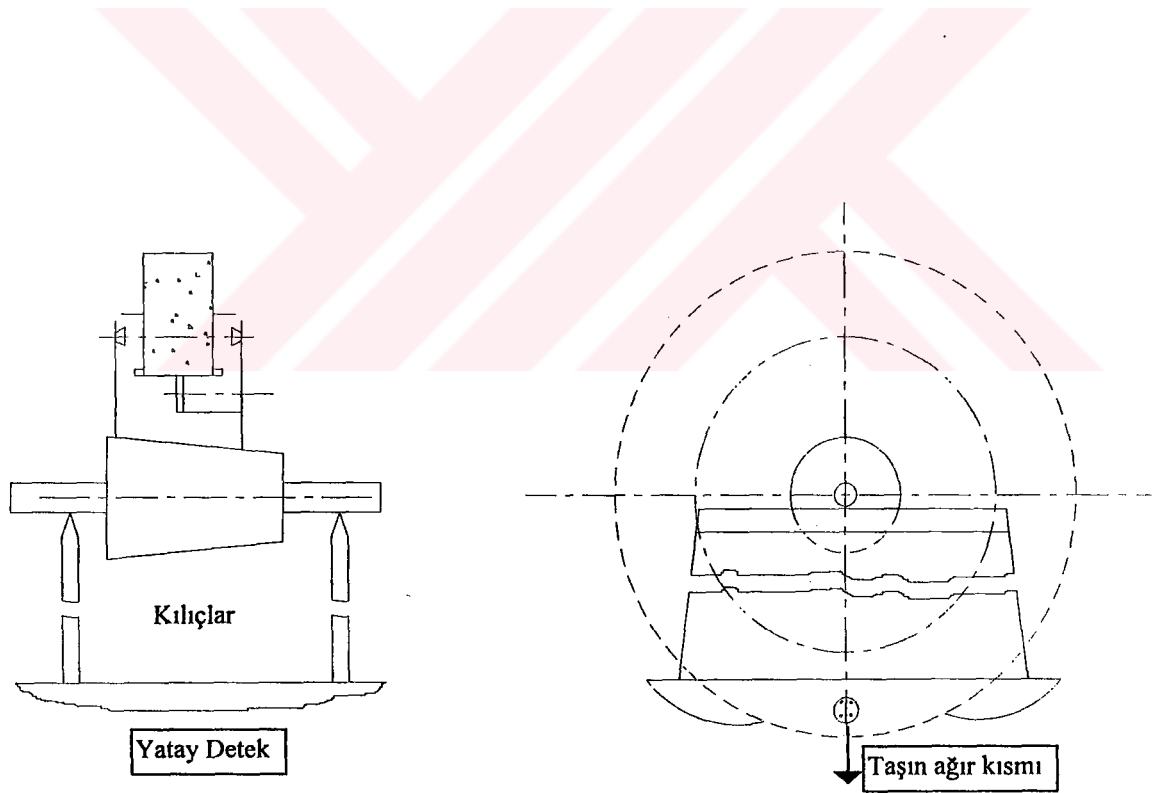
$$F_s = (P \cdot D_m) / (f \cdot R_m \cdot V_c) \text{ (N) yazılır [37].} \quad (3.10)$$

3.8.6. Taşın denge şartları

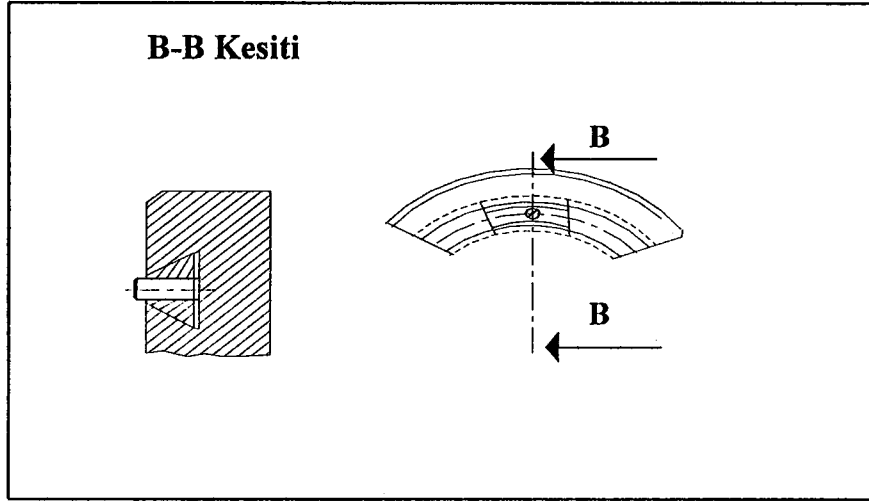
Zımpara taşlarının, yapıları gereği homojen şekilde imal edilmeleri mümkün değildir. Mesela, taşın bir bölümündeki tane miktarı, aynı taşın başka bölümündeki tane miktarından farklı olabilir. Bu nedenle taşın farklı bölgelerinden eşit hacimde alınan kütlelerin ağırlıkları farklı olur. Bundan dolayı yüksek hızla dönen bir taşın çevresinde oluşan F_t teğetsel kuvvetleri birbirinden farklı olacağından, iş parçasının yüzeyini ve tezgah milini olumsuz yönde etkileyen bir dengesizlik ve bunun yol açtığı titreşimler meydana gelir.

Bu zararlı etkileri ortadan kaldırmak için, zımpara taşının dengelenmesi gerekir.

Dengeleme için değişik yöntemler olmakla beraber, en çok uygulanan statik dengeleme yöntemidir. Statik dengeleme, Şekil 3.7'de görülen dengeleme sehпасı ile gerçekleştirilir. Taş, bir malafa ve bağlama flanşları ile birlikte, dengeleme sehпасına yerleştirir. Kılıç üzerinde serbest kalan taşın ağır olan kütlesi (m_b), yatay eksenine altına gelerek bu konumda durur. Taşın ağır tarafı (m_b) bu şekilde tespit edildikten sonra, Şekil 3.8'de görülen flanş üzerindeki denge ağırlıkları yardımı ile taşın denge (balans) ayarı yapılır.



Şekil 3.7. Statik dengeleme sehпасı



Şekil 3.8. Flanş üzerindeki denge ağırlıkları

Şekil 3.9'a göre;

m_b : Taşın ağır tarafının kütlesi

m_1, m_2, m_3, m_4 : Flanş üzerindeki denge ağırlıklarının kütleleri

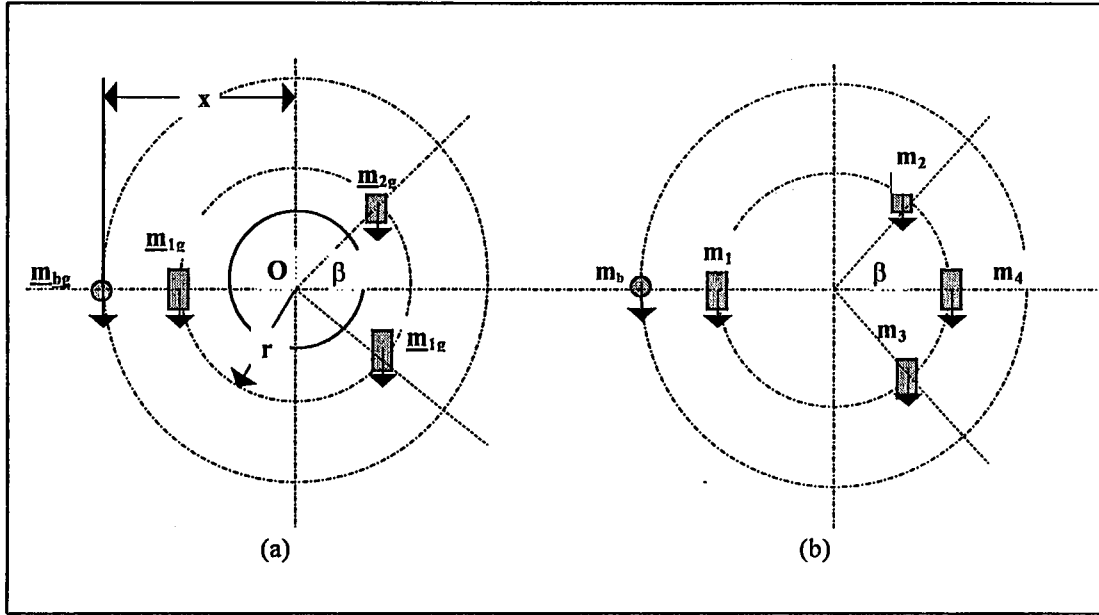
r :Denge ağırlıklarının, dönme eksenine olan uzaklığı

β : m_1 ve m_2 denge ağırlıklarının yatay eksenle yaptıkları açı,

x : Ağır kısmın (m_b), dönme eksenine olan uzaklığı

g : Yer çekimi ivmesi olarak ifade edilmektedir.

Bu şekle göre, taşın denge halinde olabilmesi için, dengesizliğe sebep olan m_b kütlesinin karşısına konulan m_1 ve m_2 kütlelerinin denge halinde olmaları gerekir.



Şekil 3.9. Taşın dengeleme ağırlıkları yardımı ile dengelenmesi

Burada, taşa ait ağır kısmın (O) dönme eksenine göre momenti;

$$C_b = m_b \cdot g \cdot x \quad \text{dir.} \quad (3.11)$$

Şayet, bu değer yetersiz kalırsa (denge sağlanmazsa), m_b kütesine, (m_1) gibi yeni bir denge ağırlığı ilave etmek gerekir. Bu durumda dönme eksenine göre tekrar moment alınır;

$$C_b = m_b \cdot g \cdot x + m_1 \cdot r \cdot g \quad \text{veya} \quad (3.12)$$

$$C_b = (m_b \cdot x + m_1 \cdot r) g \quad \text{olur.} \quad (3.13)$$

Diğer taraftan, m_1 ve m_3 kütlelerinin momenti;

$$C_c = m_2 \cdot r \cdot \cos \beta + m_3 \cdot r \cdot \cos \beta \quad (3.14)$$

$$C_c = (m_2 + m_3) \cdot g \cdot r \cdot \cos \beta \quad \text{dır.} \quad (3.15)$$

Bunların denge şartından;

$$C_b - C_c = 0 \quad (3.16)$$

$$C_b - (m_2 + m_3) \cdot g \cdot r \cdot \cos \beta = 0 \text{ yazılabilir.} \quad (3.17)$$

Burada, $m_2 = m_3$ olursa; yukarıdaki formül

$$C_b = 2m_2 \cdot g \cdot r \cdot \cos \beta \quad \text{olur} \quad (3.18)$$

(2.18)'da $\cos \beta$ çekilirse;

$$\cos \beta = C_b / 2m_2 \cdot g \cdot r \quad \text{yazılabilir.} \quad (3.19)$$

Denge şartları

Eğer; $C_b / 2m_2 \cdot g \cdot r < 1$ ise; Dengeleme gerçekleşebilir.

Eğer;

$C_b / 2m_2 \cdot g \cdot r > 1$ ise; Dengeleme gerçekleşmez.

Bunun için, sisteme Şekil 3.8'de görüldüğü gibi yeni bir m_4 kütlesi ilave etmek gerekebilir. Bu durumda;

$$C_b - m_4 \cdot g \cdot r = 2m_2 \cdot g \cdot r \cdot \cos \beta \quad (3.20)$$

$$\cos \beta = C_b - (m_4 \cdot g \cdot r) / (2m_2 \cdot g \cdot r) \quad (3.21)$$

yazılır. Burada $C_b / g = C_b$ kabul edilirse;

$$\cos \beta = (C_b - m_4 \cdot r) / 2 \cdot m_2 \cdot r \quad (3.22)$$



4. MALZEME VE METOT

4.1. Malzeme

4.1.1 Malzeme seçimi

Bu deneysel çalışmada, Makina Kimya Endüstrisi (MKE)'nin Çelik Fabrikasında üretilen çeliklerden seçilmiştir. Bu çeliklerden taşlama işlemine maruz bırakılan beş çeşit çelik malzeme üzerinde deneyler yapılmıştır. Deneyde kullanılan çelikler ve kullanma alanları şu şekildedir:

- Ç 10110 Alaşımsız yüksek karbonlu takım çeliği

Uygulama Alanları: Frezeler, raybalar, kılavuzlar, paftalar, bıçaklar, eğeler vs. yapımında.

- Ç 1390 Soğuk iş takım çeliği.

Uygulama Alanları: Takımlar, çekme kalıpları, 3 mm alınlığına kadar saçların keski zımbalarında, keski parçalarında, küçük makas bıçaklarının yapımında.

- Ç 1050 Alaşımsız makina yapım çeliği.

Uygulama Alanları: Cer kancaları, dişliler, kazmalar ve çeşitli dişlilerin yapımında.

-Ç 3330 Alaşımlı makina yapım çeliği.

Uygulama Alanları: Miller, kamalar ve dişlilerin yapımında.

- Ç 51420 Paslanmaz çelik.

Uygulama Alanları: Paslanma olan yerlerde, pistonlarda, pompa gibi basınca dayanıklı parçalarda ve çeşitli türbinlerin yapımında [39].

4.1.2. Kimyasal analizler

Deney malzemesi olarak kullanılan çeliklerin her birini temsilen numuneler alınarak, Karabük Demir Çelik Anonim Şirketi (Kardemir A.Ş.)' nin Kimya Laboratuvarında, spektrometre cihazıyla spektral analizleri yapılmıştır. Deney numunelerinin spektral analiz değerleri Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ç10110 için spektral analiz değerleri

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
ALÜMİNYUM (Al)	0.000	MANGAN(Mn)	0.266	MOLİBDEN(Mo)	0.032
SİLİSYUM (Si)	0.268	KOBALT (Co)	0.016	KALAY (Sn)	0.034
FOSFOR (P)	0.024	NİKEL (Ni)	0.030	KURŞUN (Pb)	0.041
TİTANYUM (Ti)	0.000	BAKIR (Cu)	0.060	WOLFRAM (W)	0.006
VANADYUM (V)	0.014	ARSENİK (As)	0.011	KARBON (C)	1.000
KROM (Cr)	0.070	NİOBİUM (Nb)	0.000	KÜKÜRT (S)	0.011

Çizelge 4.2. Ç1390 için spektral analiz değerleri

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
ALÜMİNYUM (Al)	0.034	MANGAN(Mn)	2.003	MOLİBDEN(Mo)	0.032
SİLİSYUM (Si)	0.264	KOBALT (Co)	0.015	KALAY (Sn)	0.037
FOSFOR (P)	0.030	NİKEL (Ni)	0.110	KURŞUN (Pb)	0.083
TİTANYUM (Ti)	0.000	BAKIR (Cu)	0.215	WOLFRAM (W)	0.019
VANADYUM (V)	0.017	ARSENİK (As)	0.026	KARBON (C)	0.860
KROM (Cr)	0.123	NİOBİUM (Nb)	0.000	KÜKÜRT (S)	0.014

Çizelge 4.3. Ç1050 için spektral analiz değerleri

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
ALÜMİNYUM (Al)	0.000	MANGAN(Mn)	0.757	MOLİBDEN(Mo)	0.042
SİLİSYUM (Si)	0.113	KOBALT (Co)	0.020	KALAY (Sn)	0.032
FOSFOR (P)	0.033	NİKEL (Ni)	0.011	KURŞUN (Pb)	0.064
TİTANYUM (Ti)	0.000	BAKIR (Cu)	0.227	WOLFRAM (W)	0.003
VANADYUM (V)	0.020	ARSENİK (As)	0.021	KARBON (C)	0.510
KROM (Cr)	0.271	NİOBİUM (Nb)	0.000	KÜKÜRT (S)	0.044

Çizelge 4.4. Ç3330 için spektral analiz değerleri

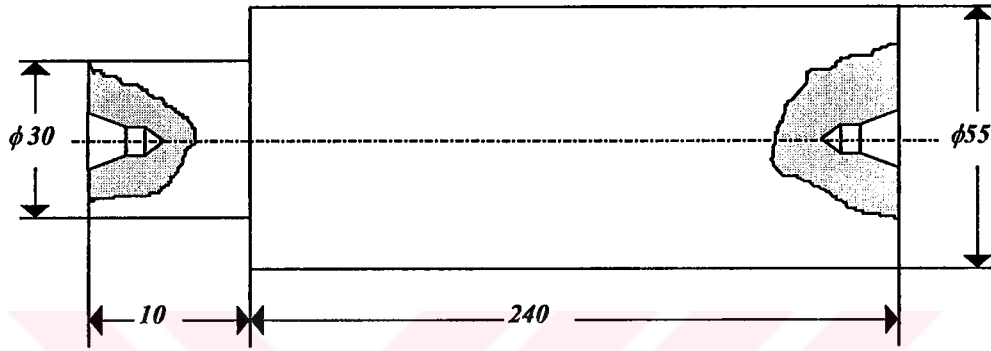
ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
ALÜMİNYUM (Al)	0.015	MANGAN(Mn)	0.673	MOLİBDEN(Mo)	0.068
SİLİSYUM (Si)	0.269	KOBALT (Co)	0.037	KALAY (Sn)	0.032
FOSFOR (P)	0.037	NİKEL (Ni)	3.340	KURŞUN (Pb)	0.089
TİTANYUM (Ti)	0.000	BAKIR (Cu)	0.169	WOLFRAM (W)	0.088
VANADYUM (V)	0.030	ARSENİK (As)	0.030	KARBON (C)	0.290
KROM (Cr)	1.308	NİOBİYUM (Nb)	0.000	KÜKÜRT (S)	0.033

Çizelge 4.5. Ç51420 için spektral analiz değerleri.

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
ALÜMİNYUM (Al)	0.000	MANGAN(Mn)	0.362	MOLİBDEN(Mo)	0.034
SİLİSYUM (Si)	0.373	KOBALT (Co)	0.020	KALAY (Sn)	0.037
FOSFOR (P)	0.025	NİKEL (Ni)	0.120	KURŞUN (Pb)	0.015
TİTANYUM (Ti)	0.000	BAKIR (Cu)	0.156	WOLFRAM (W)	0.000
VANADYUM (V)	0.036	ARSENİK (As)	0.003	KARBON (C)	0.230
KROM (Cr)	12.828	NİOBİYUM (Nb)	0.000	KÜKÜRT (S)	0.016

4.1.3. Numunelerin hazırlanması

Ç1050, Ç1390, Ç3330, Ç10110 ve Ç51420 çelik numuneleri 55 mm çapında ve 250 mm boyunda birer adet Şekil 4.1'deki ölçüde tornalanarak hazırlanmıştır .



Şekil 4.1. Test için kullanılan numune parçasının şekli

Bütün numuneler iki punta arasına alınarak taşlanacak şekilde punta delikleri ve numunelerin bir tarafına firdöndü bağlamak için 10 mm boyunda ve 30 mm çapında faturalar açılmıştır. Ayrıca bütün numunelerin üzerine Ç1050, Ç1390 şeklinde numaralar vurulmuştur. Numunelerin hazırlanmasında G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Bölümü, Talaşlı Üretim Eğitimi atölyelerinde bulunan üretim tezgahlarından yararlanılmıştır.

4.1.4. Sertleştirme ve sertlik ölçümleri

Bütün numuneler fırınlama yoluyla yağda ve suda; Makina Kimya Endüstrisi Kurumunun (MKE) Çelik Türleri Kataloğundaki değerlere uygun olarak sertleştirilmiştir. Numunelerin sertleştirilmesi ve sertliklerinin ölçülmesi G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Eğitimi Bölümü ısıt işlemler ve ölçme laboratuvarlarında yapılmıştır.

Silindirik taşlama deneyinde kullanılacak çelik malzemeler ısıtılma işleminden sonra, sertleştirilmiş ve numunelerin tamamının sertlikleri ölçülmüştür. Her numune için, numune üzerinden üç ayrı bölgede ölçme yapılmış ve bu ölçümlerin aritmetik ortalaması, o malzemenin sertliği kabul edilmiştir.

Sertlik birimi olarak Rockwell Sertlik Değerleri (HRC ve HRB) kullanılmış ve sertlik ölçüm sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Numunelerin sertlik ölçüm değerleri

Malzeme	Ç1050 HRC	Ç1390 HRC	Ç3330 HRB	Ç10110 HRC	Ç51420 HRC
1.Öçüm	58	61	53	53	40
2.Öçüm	61	61	60	53	42
3.Öçüm	63	63	57	55	41
Ort.HRC = $\sum \text{HRC} / n$ Ort.HRB = $\sum \text{HRB} / n$	61	62	57	54	41

4.1.5. İşin ilerlemesi (ii)

Silindirik taşlamada seçilebilecek en fazla ilerleme, işin her bir devrinde taşın kendi genişliği kadar iş üzerinde ilerlemesi veya tablanın taş genişliği kadar iş önünden geçmesidir.

$$ii = \frac{1000.V_t}{n_i} \quad \text{mm/dev} \quad \text{veya} \quad (3.1)$$

$$ii = \pi \cdot \frac{d_i.V_t}{n_i} \quad \text{mm/dev} \quad (3.2)$$

V_t : taş hızı (m/sn)

n_i : işin devir sayısı (dev/dak)

d_i . işin çapı (mm)

eşitlikleri ile hesaplanır. Genelde, işin ilerlemesi kaba yüzeyler için büyük, bitirme yüzeyleri için küçük seçilir[35].

Bu çalışmada ise, işin ilerlemesi 5 mm/dev ve 10 mm/dev olarak seçilmiştir.

4.1.6. Talaş derinliği (tad)

Taşlamada talaş derinliği, taşı oluşturan aşındırıcı tane büyüklüğü ile ilgilidir. Aktif yüzeyde, tanenin en az yarısının taş gövdesinde gömülü olduğu düşünülürse, diğer yarısı kesmeye hazır uç olarak düşünülür. Bu ise normal taşlama işlemlerinde bir tane için maksimum talaş derinliğini ifade eder. Bu çalışmada 46, 60 ve 80 taneli taşlar seçilmiştir. Bunların tane büyüklükleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Deneyde kullanılan taşların tane büyüklükleri

Tane Büyüklüğü	Max. talaş kaldırma kapasitesi (Tane büyüklüğünün yarısı)
25.4 / 46 = 0.552 mm	0.552 / 2 = 0.276 mm
25.4 / 60 = 0.423 mm	0.423 / 2 = 0.212 mm
25.4 / 80 = 0.318 mm	0.318 / 2 = 0.159 mm

Malzeme sertliğine göre verilecek maksimum talaş miktarı değişkendir. Taşlama son işlem olarak kullanıldığı için, mümkün olduğu ölçüde talaş derinliği az seçilmelidir. Maksimum sınır zorlanmamalıdır. Bu çalışmada 0.02 mm ve 0.03 mm talaş derinlikleri seçilmiştir.

4.1.7. Taş bileme oranı (tbo)

Zımpara taşları, her bir tanesi ayrı bir kesici olarak hesaba katıldığında, talaşlı imalatta kullanılan kesiciler arasında takım değiştirme veya bileme yönünden en az dayanımı olan kesiciler arasındadır. Taşlar yapısı gereği ve büyüklüklerine göre binlerle, milyonlarla ifade edilen sayıdaki tanelerle kesme işlemi yaparlar. Aynı taş kullanılsa bile taşın bileme metodu, kullanılan bileme aracı ve seçilen bileme değerleri ile taş çevresindeki aktif olarak kesmeye katılacak tane sayısı değişir [39].

Talaş bileme oranı, taşın bilenmesinde bileyiciye verilen bileme derinliğinin (bd), taşın her devrinde bileyicinin taş önünden geçerek aldığı yola (bi) oranıdır.

$$tbo = \frac{bd}{bi} \quad (4.3)$$

bd : Bileme derinliği (mm) $0 \leq bd / bi \leq 0.5$

bi : Bileme ilerlemesi (mm/dev)

-Ortalama teorik tane çapı için $0 \leq bi \leq d_0, 0 \leq bi / d_0 \leq 1$

-Ortalama gerçek tane çapı için $0 \leq bi \leq d_g, 0 \leq bi / d_g \leq 1$

d_0 : Ortalama teorik tane çapı (mm)

$$d_0 = \frac{25.4}{tbo} \quad (\text{mm}) \quad (4.4)$$

d_g : Ortalama gerçek tane büyüklüğü (mm)

$$d_g = 0.65 (d_0) \text{ (mm) [40].}$$

Bu çalışmada $tbo = 0.25$ ve $bi / d_g = 0.5$ olarak seçilmiştir. Bileme adımı ve ilerlemesi seçilirken d_g esas alınmıştır. Deneylerde kullanılan taşlar için bileme derinlikleri ve adları Çizelge 4.8.'de verilmiştir

Çizelge 4.8. Deney taşlarının bileme derinlikleri ve adımları

tbb	d_0 (mm)	d_g (mm)	$tbo = bd / bi = 0.25$ bd (mm)	$tbo = bd / bi = 0.25$ bi (mm / dev)
46	0.552	0.359	0.045	0.180
60	0.423	0.275	0.034	0.136
80	0.318	0.206	0.026	0.103

4.1.8. Çevresel hız oranı (ϕ_{ho})

Silindirik taşlamada çevresel hız oranı; taşın çevresel hızı ile, işin çevresel hızı arasındaki oranıdır.

$$\phi_{ho} = \frac{V_t}{V_i} \quad \frac{m/s}{m/s} \quad \text{sabit sayı.} \quad (4.5)$$

Silindirik taşlamanın gerçekleşmesini sağlayan iki temel hareket, taşın ve işin dönmesidir. Bu çalışmada taşın hızı sabit tutulmuştur. ($V_t = 28 \text{ m/s}$). ϕ_{ho} 100 olarak seçilmiştir. Buna bağlı olarak ;

$$\dot{c}_{ho} = \frac{V_t}{V_i} \text{ eşitliğinden} \quad (4.6)$$

$$\dot{c}_{ho} = \frac{28}{V_i} = 100 \quad (4.7)$$

$V_i = 0.280 \text{ m/sn}$ ($0.28 \text{ m/sn} \cdot 60 \text{ sn/dak} = 16.8 \text{ m / dak}$) bulunur.

İş parçasına verilecek devir sayısı ise;

$$n_i = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi \cdot d_i} \quad (4.8)$$

eşitliğinde 97.23 dev / dak hesaplanır. Kullanılan silindirik taşlama tezgâhında en yakın değer olan 94 dev / dak seçilmiştir.

$$n_t = \frac{1000 \cdot V_t}{\pi \cdot d_t} \quad (4.9)$$

eşitliğinden taşın devir sayısı yaklaşık 1528 dev / dak bulunur. Kullanılan silindirik taşlama tezgâhında en yakın değer olan 95 dev/dak seçilmiştir [39].

4.2. Deney Metodları

4.2.1. Yapılacak deney sayısının belirlenmesi

Taşlama işleminde, başka işlem tekniklerinde olduğu gibi, doğrudan seçilen parametreler ve bu parametrelere bağlı olarak ortaya çıkan sonuçlar vardır.

Burada, seçilen parametrelerin hiç biri, çalışma ortamı içinde ihmal edilemez. Çünkü her bir parametre taşlamanın oluşmasında ayrı ayrı önemli olup, birinin olmaması taşlamanın yapılmasını engeller niteliktedir. Ayrıca her parametre çok sayıda alt seçeneği kapsamaktadır. Bu yüzden önemli parametreler minimum sayıda seçilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Deneyde kullanılan parametrelerin değerleri ve sayıları

SEÇİLEN PARAMETRELER	DEĞERLERİ	ALT SEÇENEK
Taş tane büyüklüğü (ttb)	46, 60, 80	3
Taş dokusu (td)	3, 5, 7	3
Taş sertliği	I, M, Q	3
İş malzemesi (im)	Ç1050, Ç 390, Ç3330, Ç10110, Ç51420	5
İş ilerlemesi (ii)	5, 10 mm/dev	2
Çevresel hız oranı (çho)	100	1
Taş bileme oranı (tbo)	0.25	1
Talaş derinliği (tad)	0.020, 0.030 mm	2

Üç grup taş ve beş ayrı deney malzemesi ile Çizelge 4.10'da verilen değerlerde taşlama yapmak için deney yaprağı oluşturulmuştur (Çizelge 4.14).

Yapılan deneylerde taş dokusu (td) 3, 5 ve 7 olan taşlar kullanılmıştır. Taş dokusu; taşların sinterlenmesinden önce presleme kuvvetine göre oluşan taş gözenekliliğidir.

Çizelge 4.10. Deney parametrelerinin kombinasyon örnekleri

Sıra	ttb	td	ts	iş malzemesi	ii	tad
1.	46	5	M	Ç1050	5	0.020
2.	46	5	M	Ç1390	5	0.020
3.	46	5	M	Ç3330	5	0.020
4.	46	5	M	Ç10110	5	0.020
5.	46	5	M	Ç51420	5	0.020
6.	46	5	M	Ç1050	5	0.030
7.	46	5	M	Ç1390	5	0.030
8.	46	5	M	Ç3330	5	0.030
9.	46	5	M	Ç10110	5	0.030
10.	46	5	M	Ç51420	5	0.030
11.	46	5	M	Ç1050	10	0.020
12.	46	5	M	Ç1390	10	0.020
13.	46	5	M	Ç3330	10	0.020
14.	46	5	M	Ç10110	10	0.020
15.	46	5	M	Ç51420	10	0.020
16.	46	5	M	Ç1050	10	0.030
17.	46	5	M	Ç1390	10	0.030
18.	46	5	M	Ç 3330	10	0.030
19.	46	5	M	Ç 10110	10	0.030
20.	46	5	M	Ç 51420	10	0.030
21.	60	3	M	Ç 1050	10	0.020
.	.	.	.	.	.	.
41.	60	5	M	Ç1050	10	0.020
.	.	.	.	.	.	.
61.	60	7	M	Ç1050	10	0.20
.	.	.	.	.	.	.
81.	60	5	Q	Ç1050	10	0.020
.	.	.	.	.	.	.
180.	80	5	M	Ç51420	10	0.030

Taşlar gruplandırılarak sertlik, doku ve tane büyüklüğünün etkileri incelenmiştir (Çizelge 4.11, 4.12,4.13).

Çizelge 4.11. Taş dokusuna göre yapılan gruplandırma

	ttb	ts	td
1. Taş	60	M	3
2. Taş	60	M	5
3. Taş	60	M	7

Çizelge 4.12. Taş sertliğine göre yapılan gruplandırma

	ttb	ts	td
4. Taş	60	I	5
5. Taş	60	M	5
6. Taş	60	Q	5

Çizelge 4.13. Taş tane büyüklüğüne göre yapılan gruplandırma

	ttb	ts	td
7. Taş	46	M	5
8. Taş	60	M	5
9. Taş	80	M	5

4.2.2. Deneyin yapılışı

Deneyler bir modellemeyere, gerçek bir çalışma ortamında yapılmıştır. Bu çalışma için G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü Taşlama Atelyesi kullanılmıştır.

Zımpara taşlarının yapıları gereği homojen şekilde imal edilmeleri mümkün olmadığından; kullanılan bütün taşlar statik dengeleme yöntemi ile statik

dengeleme sehpasında dengelenmiştir. Dengelenen taşlar tezgah miline, flanş ile bağlanarak, silindirikliğini sağlamak için düzeltme işlemi yapıldıktan sonra tekrar dengelenmiştir.

Seçilen bütün işleme parametreleri ayarlandıktan sonra, iş parçası iki punta arasına alınarak taşlanmıştır.

Deneylerin parametrik ve sayı olarak takibini doğru yapabilmek için deney yaprakları hazırlanmıştır. Deney yaprağına seçilen bütün parametrelerin değerleri yazılmış, ayrıca yapraklarda her deney için ölçüm sonuçları yazılacak tablolar düzenlenmiştir (Çizelge 4.14).



Çizelge 4.14. Deney yaprağı için örnek

1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm	4.ölçüm	5.ölçüm	6.ölçüm	7.ölçüm
0 mm	40 mm	80 mm	120 mm	160 mm	180 mm	240 mm
0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....

Taş tane büyüklüğü : 60
 Taş dokusu ve sertliği : 7- M
 Malzeme cinsi : Ç 1050
 Malzeme sertliği : 61 HRC
 Taş bileme oranı : 0.25
 Çevresel hız oranı : 125
 İşin ilerlemesi : 5 mm / dev
 Talaş derinliği : 0.030 mm

DENEY NO:.....

d1:.....mm

d2:.....mm

(d1 - d2) / 2 =.....mm

1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm	4.ölçüm	5.ölçüm	6.ölçüm	7.ölçüm
0 mm	40 mm	80 mm	120 mm	160 mm	180 mm	240 mm
0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....

Taş tane büyüklüğü : 60
 Taş dokusu ve sertliği : 7- M
 Malzeme cinsi : Ç 1390
 Malzeme sertliği : 62 HRC
 Taş bileme oranı : 0.25
 Çevresel hız oranı : 125
 İşin ilerlemesi : 5 mm / dev
 Talaş derinliği : 0.030 mm

DENEY NO:.....

d1:.....mm

d2:.....mm

(d1 - d2) / 2 =.....mm

1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm	4.ölçüm	5.ölçüm	6.ölçüm	7.ölçüm
0 mm	40 mm	80 mm	120 mm	160 mm	180 mm	240 mm
0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....

Taş tane büyüklüğü : 60
 Taş dokusu ve sertliği : 7- M
 Malzeme cinsi : Ç 3330
 Malzeme sertliği : 57 HRB
 Taş bileme oranı : 0.25
 Çevresel hız oranı : 125
 İşin ilerlemesi : 5 mm / dev
 Talaş derinliği : 0.030 mm

DENEY NO:.....

d1:.....mm

d2:.....mm

(d1 - d2) / 2 =.....mm

1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm	4.ölçüm	5.ölçüm	6.ölçüm	7.ölçüm
0 mm	40 mm	80 mm	120 mm	160 mm	180 mm	240 mm
0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....

Taş tane büyüklüğü : 60
 Taş dokusu ve sertliği : 7- M
 Malzeme cinsi : Ç 10110
 Malzeme sertliği : 54 HRC
 Taş bileme oranı : 0.25
 Çevresel hız oranı : 125
 İşin ilerlemesi : 5 mm / dev
 Talaş derinliği : 0.030 mm

DENEY NO:.....

d1:.....mm

d2:.....mm

(d1 - d2) / 2 =.....mm

1.ölçüm	2.ölçüm	3.ölçüm	4.ölçüm	5.ölçüm	6.ölçüm	7.ölçüm
0 mm	40 mm	80 mm	120 mm	160 mm	180 mm	240 mm
0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....	0.0.....

Taş tane büyüklüğü : 60
 Taş dokusu ve sertliği : 7- M
 Malzeme cinsi : Ç 51420
 Malzeme sertliği : 41 HRC
 Taş bileme oranı : 0.25
 Çevresel hız oranı : 125
 İşin ilerlemesi : 5 mm / dev
 Talaş derinliği : 0.030 mm

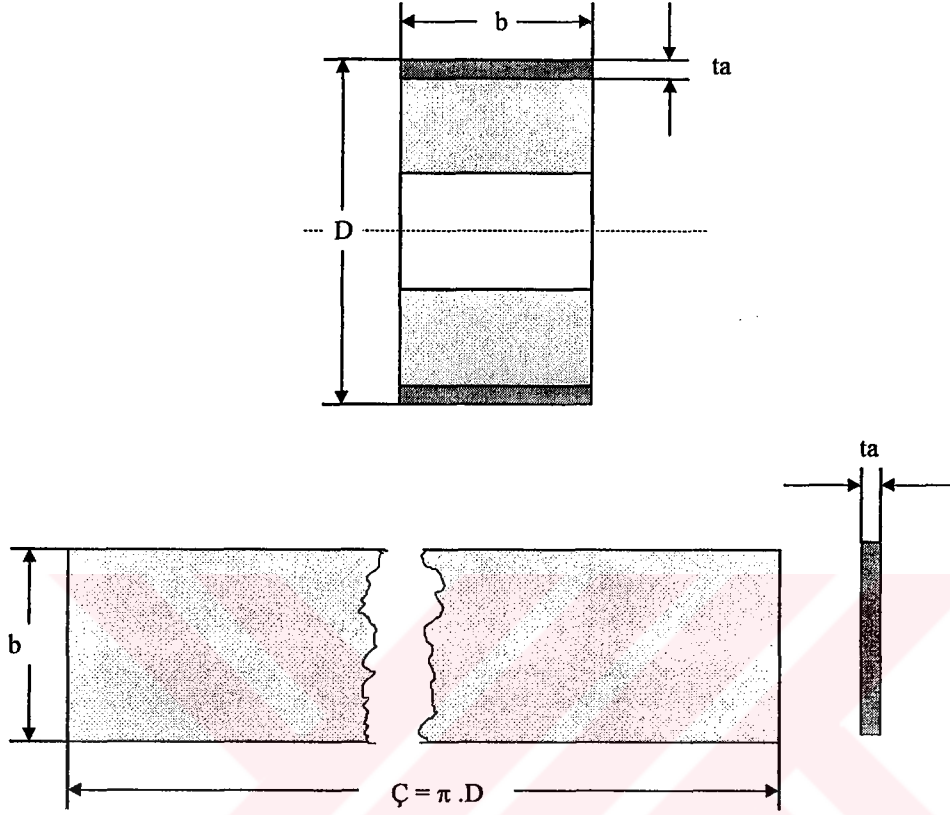
DENEY NO:.....

d1:.....mm

d2:.....mm

(d1 - d2) / 2 =.....mm

4.2.3 Taştaki aşınmanın hesaplanması



Şekil 4.1. Taştaki aşınma boyutları

Hesaplamalar Şekil 4.1'e göre yapılmıştır.

$$\Ç_{\text{taş}} = \pi \cdot D = \pi \cdot 345 = 1083,85 \text{ mm} = 1.08385 \text{ m} \quad (4.10)$$

$$\Ç_{\text{KT}} = 1/1,08385 = 0,9226 \text{ (Taş çevre katsayısı)} \quad (4.11)$$

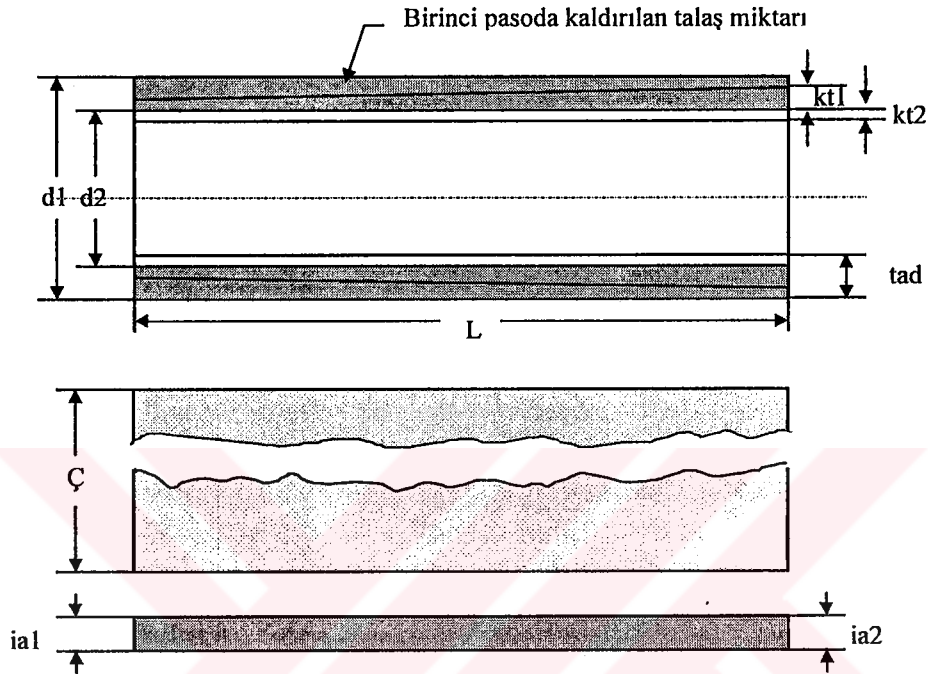
$$ta : \text{Taş aşınması, } ta = kt^2 \quad (4.12)$$

$$B_{\text{KT}} = 1000 \text{ mm} / 50 \text{ mm} = 20 \text{ (Taş için boykat sayısı)} \quad (4.13)$$

V_{ta} : Toplam taş aşınma hacmi

$$V_{tta} = \zeta_{taş} \cdot \zeta_{KT} \cdot b \cdot B_{KT} \cdot ta \quad mm^3 \quad (4.14)$$

4.2.4. İşteki aşınmanın hesaplanması



Şekil 4.2. İş parçasındaki aşınma boyutları

Hesaplamalar Şekil 4.2'ye göre yapılmıştır.

tad : talaş derinliği

ia1 : İşin baş (taşlamaya giriş) tarafındaki aşınma

ia2 : İşin son (çıkış) tarafındaki aşınma

kt1 : 1. paso sonunda, işin çıkış tarafında kalan talaş miktarı.

kt2 : 6. paso sonunda aşınmadan dolayı kaldırılamayan talaş miktarı.

İş parçasındaki aşınmayı ölçmek için 0.001 hassasiyetinde mikrometre ve ilk pasoda kaldırılamayan talaş miktarını ölçmek için 0.001 hassasiyetinde kopratör kullanılmıştır.

$$ia1 = (d1 - d2) / 2 \quad (4.15)$$

$$t_{ad} = i_{a2} + k t_2 \quad (4.16)$$

Taşılama sonrasında $i_{a1} \cong i_{a2}$ dir.

$$i_{a_{or}} = (i_{a1} + i_{a2}) / 2 \quad (4.17)$$

$$\zeta_i = \pi \cdot d = (d_1 - t_{ad} - k t_2) \quad (4.18)$$

$$\zeta_{ik} = 1000 / \zeta_i \quad (\text{iş çevresi katsayısı}) \quad (4.19)$$

$$\text{İş boyu} = 240 \text{ mm}$$

$$\text{Taşılama boyu} = 1440 \text{ mm } (L_T)$$

$$P_s = 6 \quad (\text{paso sayısı})$$

$$B_{ki} = 1000 / L \cdot P_s \quad (4.20)$$

$$B_{ki} = 1000 / 240 \cdot 6 = 0,694 \quad (\text{iş boyu katsayısı})$$

$$V_{Tai} = \text{Toplam iş aşınma hacmi}$$

$$V_{Tai} = \zeta_i \cdot \zeta_{ik} \cdot L_T \cdot B_{ki} \cdot i_{a_{or}} \text{ mm}^3$$

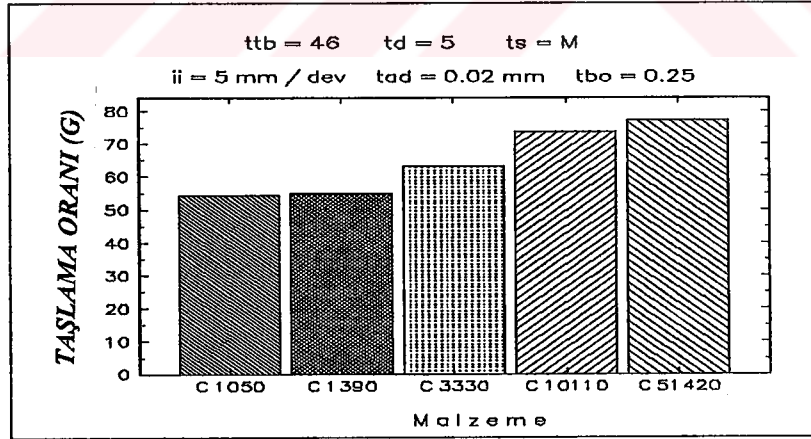
G : Taşılama oranı

$$G = \frac{\zeta_i \cdot \zeta_{ik} \cdot L_T \cdot B_{ki} \cdot i_{a_{or}} \text{ mm}^3}{\zeta_{taş} \cdot \zeta_{KT} \cdot b \cdot B_{KT} \cdot t_a \text{ mm}^3} \quad (4.21)$$

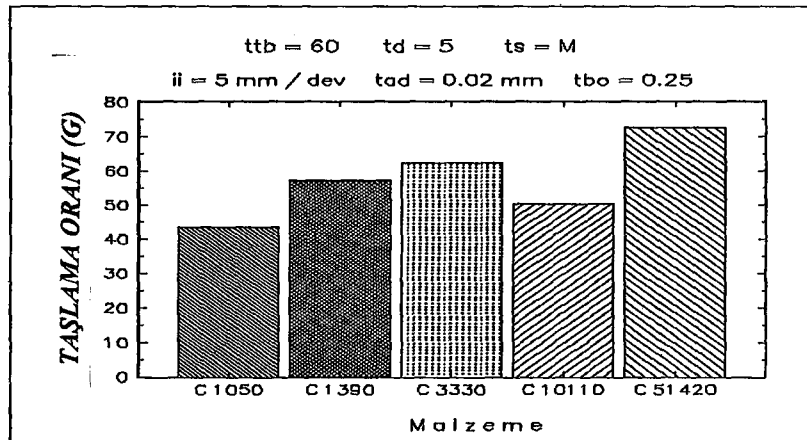
$$G = \frac{V_{Tai}}{V_{TT}} \quad (4.22)$$

5. BULGULAR

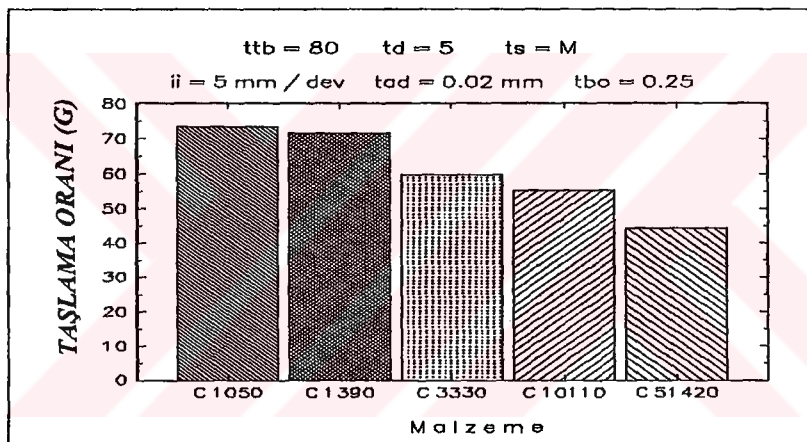
Taş tane büyüklüğü (ttb); (46,60 ve 80), taş sertliği (ts) (I, M ve Q), taş dokusu (td) (3, 5 ve 7), taş bileme oranı (tbo=0.25), talaş derinliği (tad) (0.020 mm ve 0.030 mm), iş ilerlemesi (ii) (5 mm/dev ve 10 mm/dev), parametre değerlerinde çeşitli malzemeler (Ç10110 alaşımsız yüksek karbonlu takım çeliği, Ç 3330 alaşımlı makina yapım çeliği, Ç51420 paslanmaz çelik, Ç1390 soğuk iş takım çeliği, Ç1050 alaşımsız makina yapım çeliği), taşlandıktan sonra, yapılan deneyleri yorumlamak için taştaki aşınma değerleri ve işteki aşınma değerleri hesaplanarak, taşlama oranı "G" bulunmuş ve grafikleri çizilmiştir. Yine aynı malzemeler taşlanarak, birinci paso sonunda; taşın işi taşlamaya ilk başladığı yerdeki kaldırılamayan talaş miktarı "sıfır" kabul edilmiş ve işin belirli aralıklarla ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonunda regrasyon katsayıları bulunarak, kaldırılamayan talaş miktarı grafikleri çizilmiştir. Bu çizilen grafikler kendi aralarında karşılaştırma yapılarak yorumlanmıştır.



Şekil 5.1.a. ttb = 46 ve taşlama oranı arasındaki ilişki

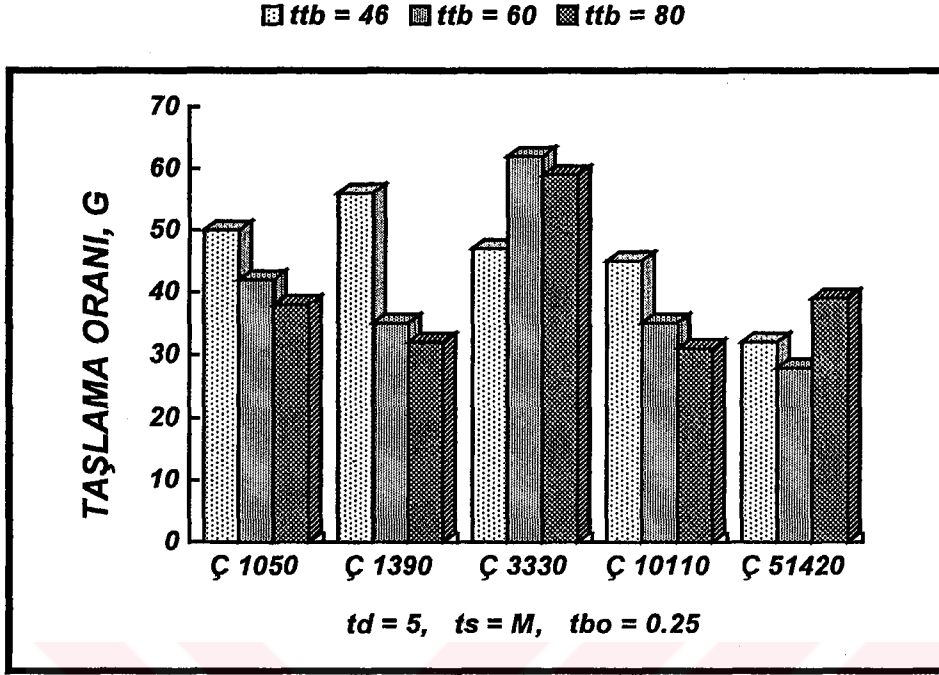


Şekil 5.1.b. ttb = 60 ve taşlama oranı arasındaki ilişki



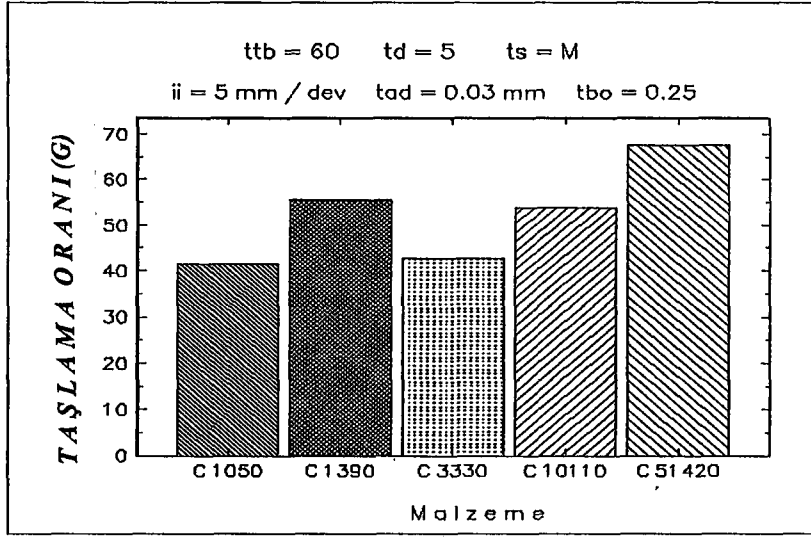
Şekil 5.1.c. ttb = 80 ve taşlama oranı arasındaki ilişki

Taş tane büyüklüğü (ttb), freze çakısının dişlerine benzetilebilir. Freze çakılarının diş boyutları büyüdükçe kaldıracığı talaş miktarı da artmaktadır. Ancak küçük boyuttaki talaşları, ağız sayısı çok ve sık olan freze çakıları daha rahat keser. Şekil 5.1.a, 5.1.b ve 5.1.c'de taş tane büyüklükleri sırası ile 46, 60, 80, iş ilerlemeleri (ii) 5 mm/dev ve talaş derinlikleri (tad) 0.020 mm olan deney sonucunda; Ç1050, Ç1390 ve Ç3330 malzemelerinde, Taşlama oranının (G), taş tane sayısı ile doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür. Ç10110 ve Ç51420'de ise taş tane sayısı arttıkça taşlama oranı azalmıştır.

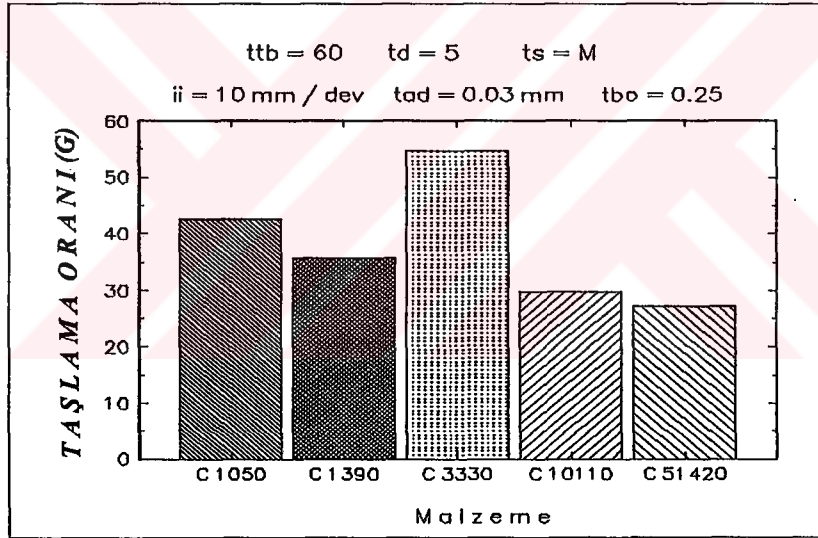


Şekil 5.2. $t_{tb} = 46, 60$ ve 80 için taşlama oranı arasındaki ilişki

Şekil 5.2. de taş tane büyüklükleri sırası ile 46, 60, 80, iş ilerlemeleri (ii) 10 mm/dev ve talaş derinlikleri (t_d) 0.030 mm olan deney sonucunda; Ç1050, Ç1390 ve Ç10110 malzemelerindeki taşlama oranı (G), taş tane büyüklüğü ile ters orantılı olarak düşmektedir. Çünkü tane başına düşen talaş kesiti artınca, taneleri yerlerinden sökme ve taneleri aşındırma kuvveti de artmaktadır. İş ilerlemesi (ii) 10 mm/dev, talaş derinliği (t_d) 0.030 mm olarak artırıldığında 60 ve 80 taneli taşlarda mikro aşınma yerine makro aşınma olan tane kırılması ve daha çok tane kopması meydana gelmektedir. Ancak taş tane büyüklükleri ile orantılı talaş derinlikleri verilerek daha iyi aşınma oranları elde edilebilir. Ç51420 malzemesi en yüksek

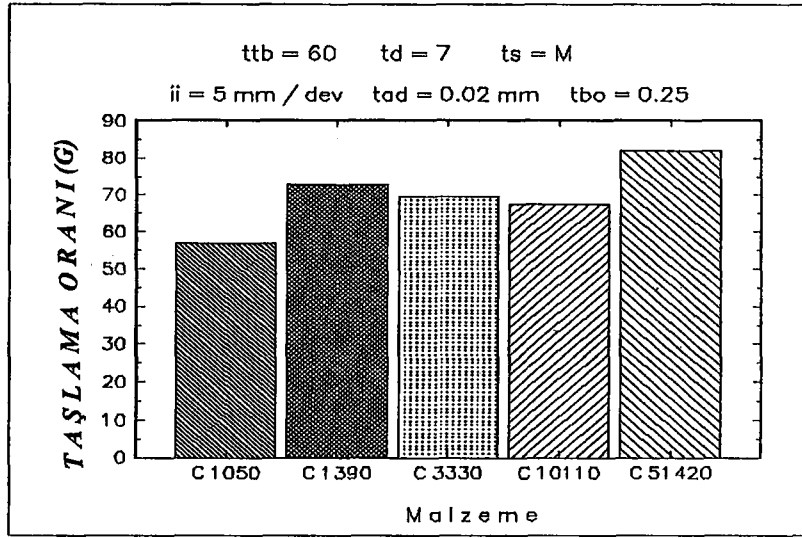


Şekil 5.3.a. ii = 5 mm/dev ve td = 5 için taşlama oranları

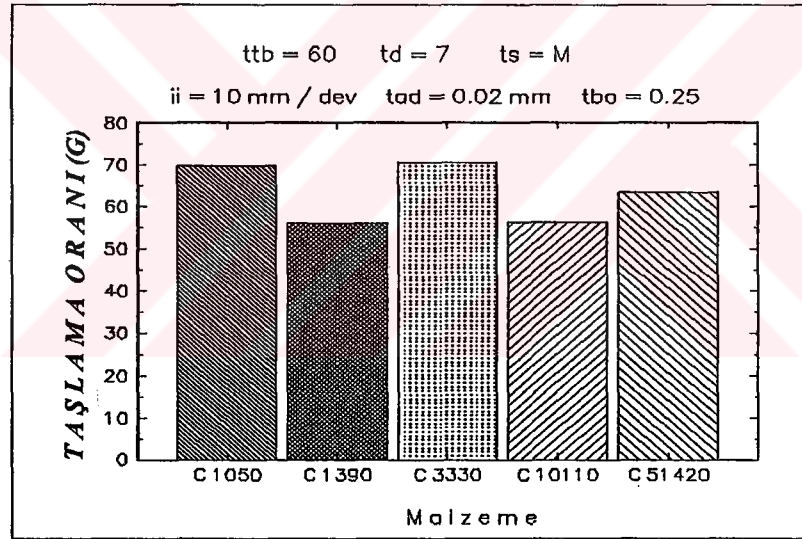


Şekil 5.3.b. ii = 10 mm/dev ve td = 5 için taşlama oranları

Şekil 5.3.a ve 5.3.b'de grafikleri çizilen deneylerde **ttb**, **td**, **ts**, **tbo** aynı değerlerde tutularak iş ilerlemesi (ii) 5 mm/dev'den 10 mm/dev'e çıkarılmıştır. İş ilerlemesi artırılınca tane başına düşen yükleme kuvveti de artığından taştaki aşınma miktarıda artmakta ve taşlama oranı ise azalmaktadır.

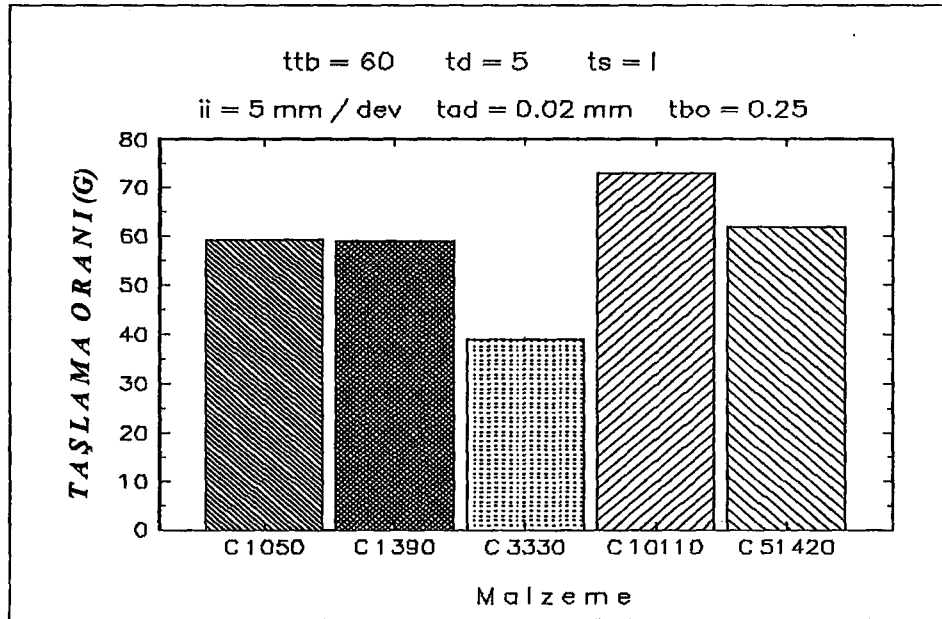


Şekil 5.4.a. ii = 5 mm/dev ve td = 7 için taşlama oranları

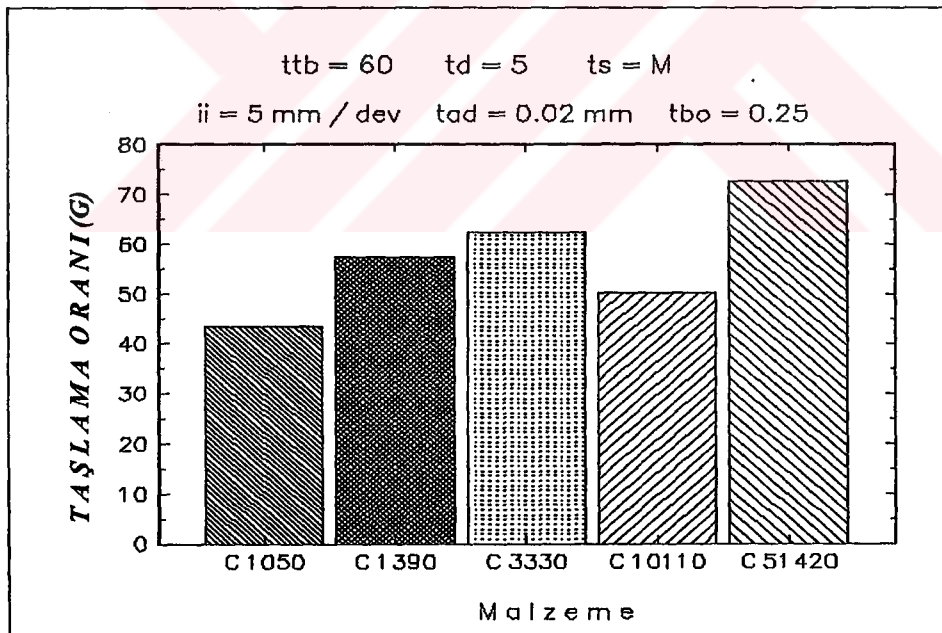


Şekil 5.4.b. ii = 10 mm/dev td = 7 için taşlama oranları

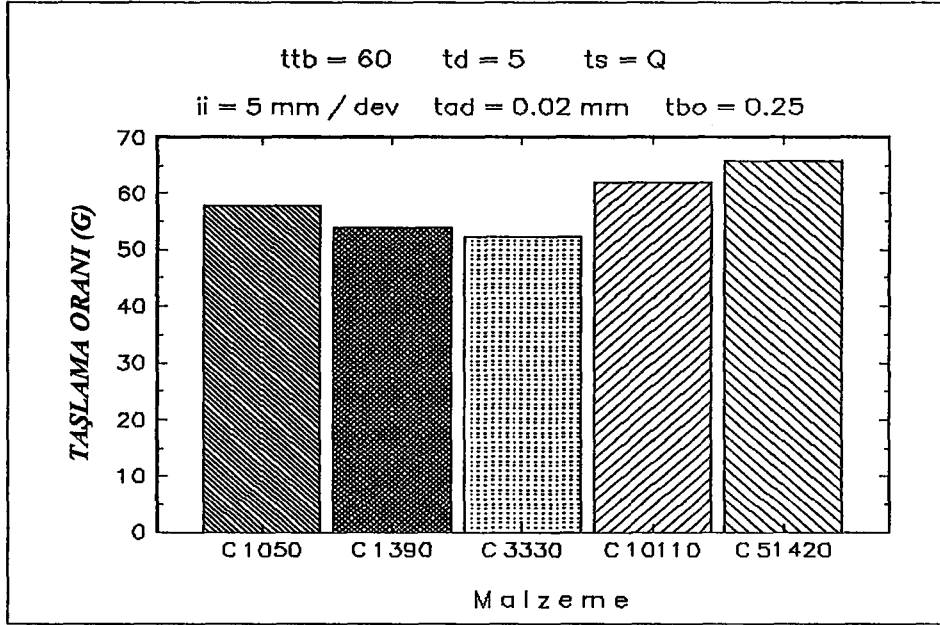
Şekil 5.4a ve 5.4b'de görüldüğü gibi aynı taş ve talaş derinliğinde yapılan taşlamalarda iş ilerlemesi artırıldığında taşlama oranının azaldığı görülmüştür. (Çünkü iş ilerlemesi de, talaş kesitini artırdığı için, taş tanesine gelen kuvvet artarak taş tanesinin kopmasını ve kırılmasını kolaylaştıracaktır.)



Şekil 5.5.a. $t_s = I$ ile taşlama oranı arasındaki ilişki

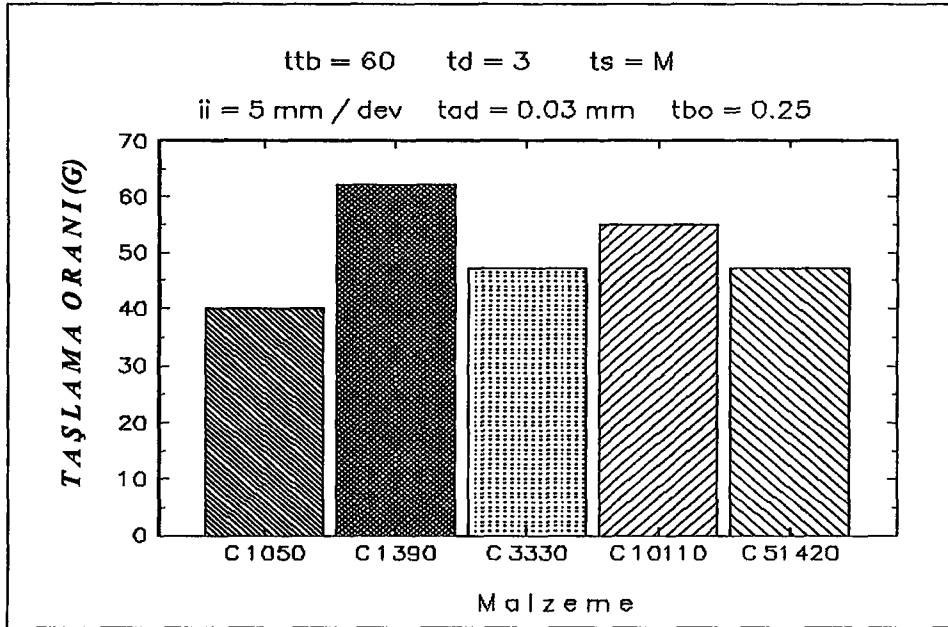


Şekil 5.5.b. $t_s = M$ ile taşlama oranı arasındaki ilişki

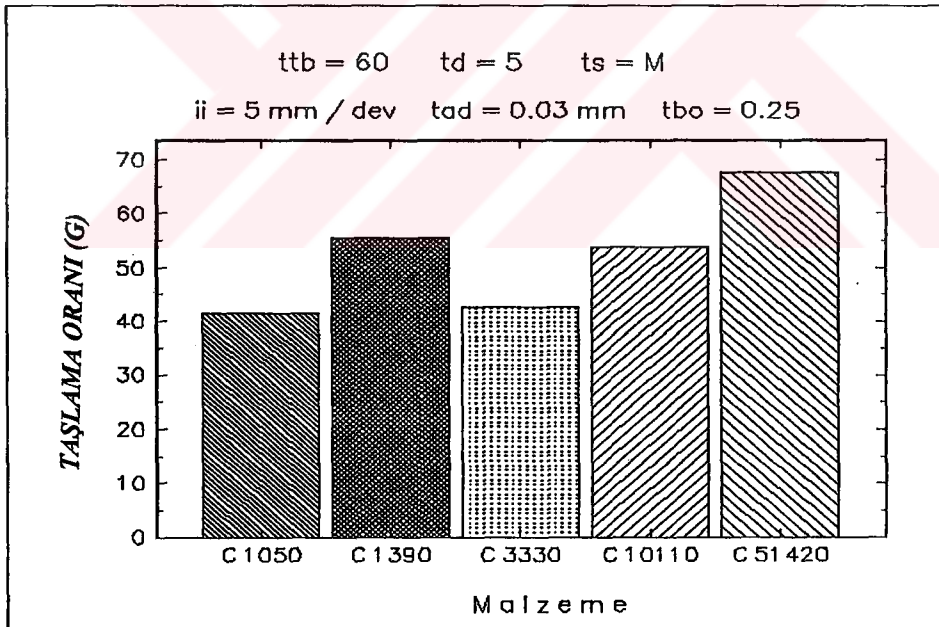


Şekil 5.5.c. $ts = Q$ ile taşlama oranı arasındaki ilişki

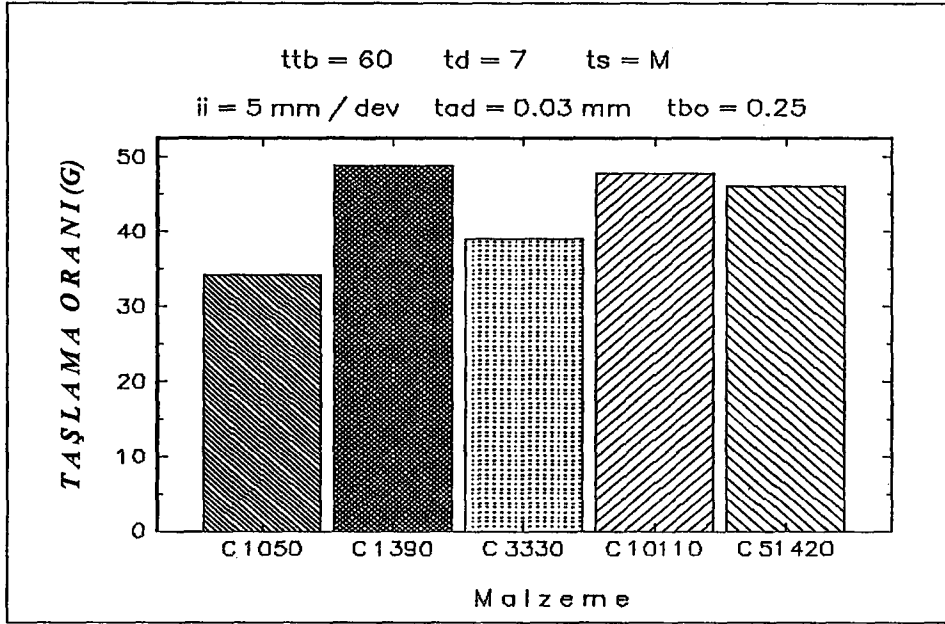
Bu çalışmada kullanılan I, M, Q sertlikleri arasında yapılan karşılaştırmada, Ç1050 ve Ç10110 malzemelerinde orta sertlikteki (M) taşla yapılan taşlama da taşlama oranını az çıkmıştır. Ç1050 malzemesi taş sertliğine göre taşlama oranlarında fazla bir değişiklik görülememiştir. Ancak diğer malzemelede ve başka deneylerde taşlama oranının taş sertliği ile orantılı olarak arttığı gözlenmiştir (Şekil 5.5.a, 5.5.b, 5.5.c).



Şekil 5.6.a. $t_d = 3$ ile taşlama oranı arasındaki ilişki

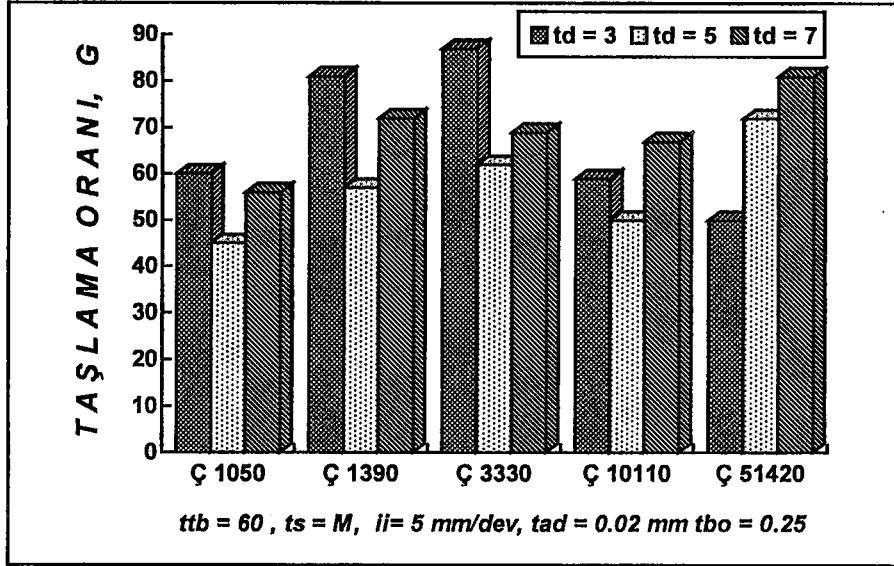


Şekil 5.6.b. $t_d = 5$ ile taşlama oranı arasındaki ilişki

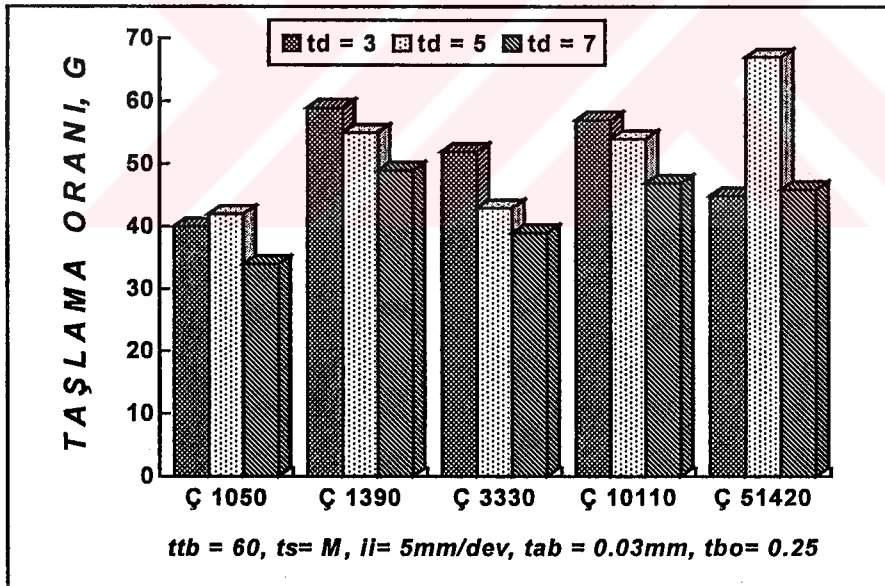


Şekil 5.6.c. $td = 7$ ile taşlama oranı arasındaki ilişki

$ttb = 60$, $tad = 0.03$ mm, $ts = M$ ve $td = 3, 5, 7$ olan taşlarla yapılan deneylerde, Ç1050, Ç1390, Ç3330 ve Ç10110 malzemelerindeki taşlama oranları taş dokusu ile doğru orantılı olarak çıkmıştır. Ç51420 malzemesindeki taşlama oranı en yüksek $td = 5$ olan taştadır (Şekil5.6.a,b,c).



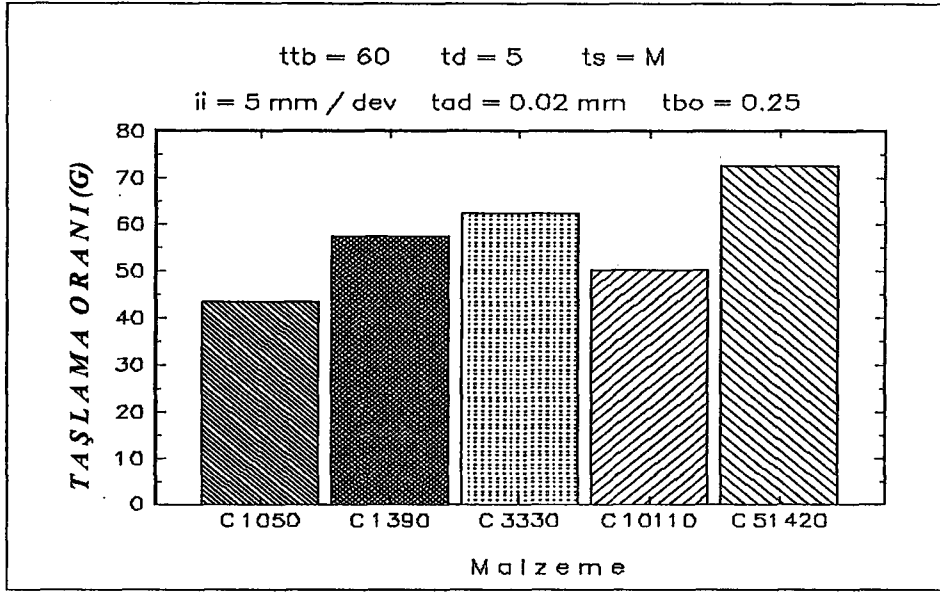
Şekil 5.7. $td = 3, 5, 7$ ve $tad = 0.02 \text{ mm}$ için taşlama oranları



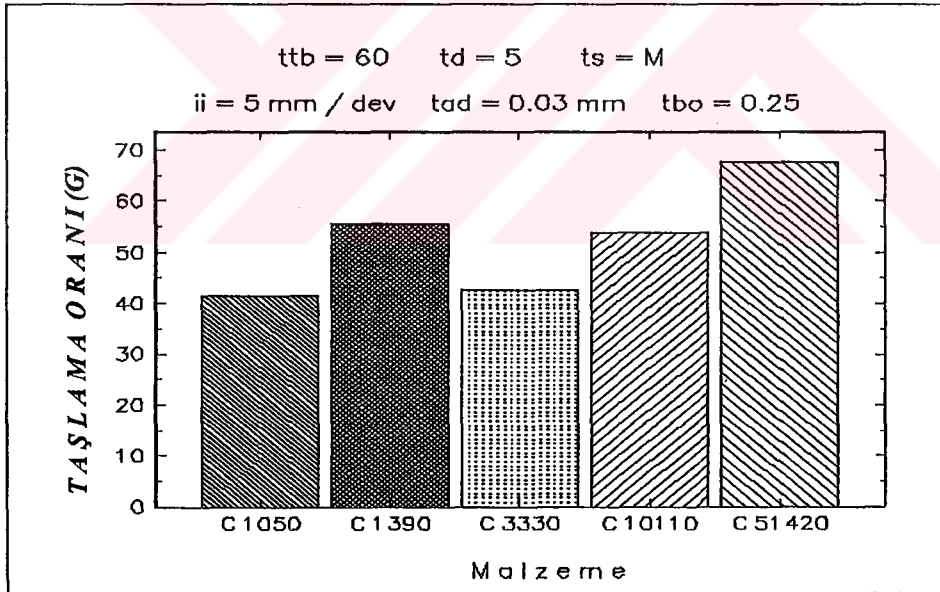
Şekil 5.8. $td = 3, 5, 7$ ve $tad = 0.03 \text{ mm}$ için taşlama oranları

İş ilerlemesi (ii) 5 mm/dev ve talaş derinliği (tad) 0.020 mm olarak yapılan deneylerde Ç1050, Ç1390, Ç3330 malzemelerindeki taşlama oranları en yüksek $td = 3$ olan taşta çıkmıştır. Taşlama oranları ikinci olarak $td = 7$ olan taşta, en düşük taşlama oranları $td = 5$ olan taşta çıktığı görülmüştür. Ç10110 malzemesindeki taşlama oranı da, yaklaşık olarak diğer malzemelerdeki taşlama oranlarına benzemektedir. Ç51420 malzemelerdeki taşlama oranı, taş dokusu (ts) ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir (Şekil 5.7). Yalnız talaş derinliği (tad) ve iş ilerlemesi (ii) artırılınca taşlama oranı, taş dokusu (td) ile ters orantılı olarak değişmektedir (Şekil 5.6.a, b, c, d, ve 5.8).

Taş dokusu (td), taşın oluşumunda yer alan önemli parametrelerden biridir. Taş dokusu talaşın tahliyesini sağlayan boşluklardır. Talaş ne kadar kolay atılırsa, kesmede o kadar kolay olacaktır. Kesmenin kolay olması demek, taş aşınmasının az olması demektir. Ancak td'nin fazla sık olması halinde tanelerin bağlanma mukavemeti azalacak ve taneler daha az kuvvetlerle kopacağından taş aşınması o derece artacaktır. Taş dokusu sık olduğunda, ise kesme işlemi yapan aşındırıcıların sayıları artarak kesme daha kolay olacaktır.

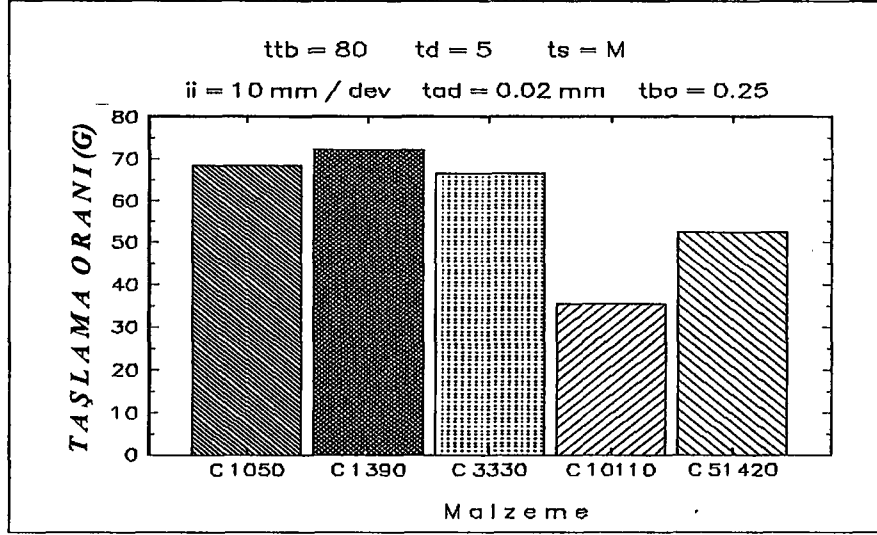


Şekil 5.9. ttb = 60, ts = M, tad = 0.02 mm ve ii = 5 mm/de için taşlama oranları

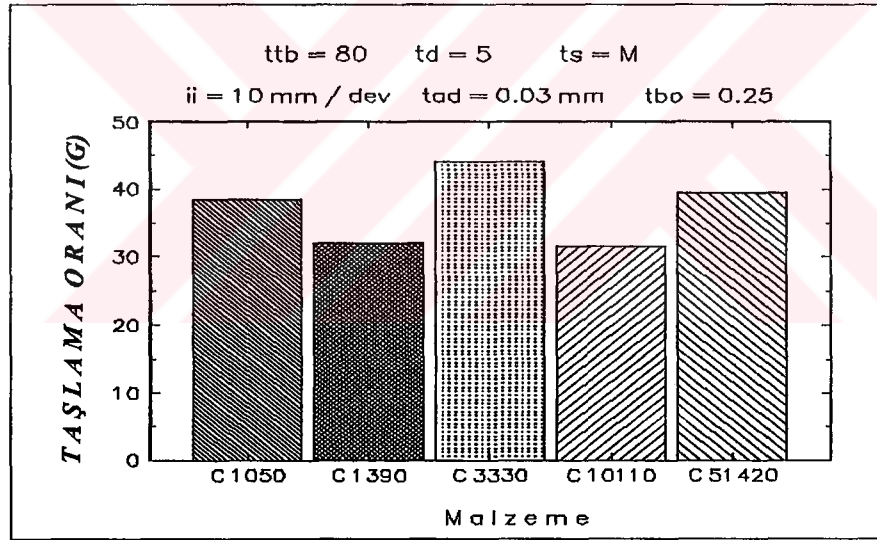


Şekil 5.10. ttb = 60, ts = M, tad = 0.03 mm ve ii = 5 mm/dev taşlama oranları

Şekil 5.9 ve 5.10'da talaş derinliğinin, taşlama oranını azaltıcı yönde etkileyen en önemli parametrelerden biri olduğu görülmektedir.

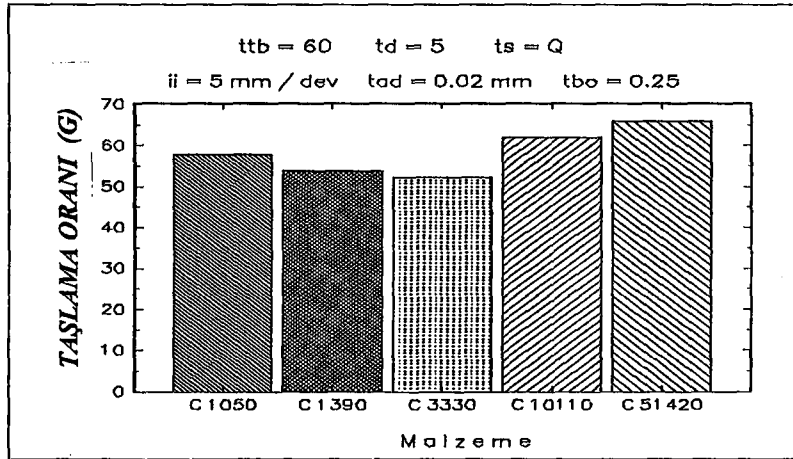


Şekil 5.11. $ttb = 80$, $ts = M$, $tad = 0.02$ mm ve $ii = 10$ mm/dev için taşlama oranları

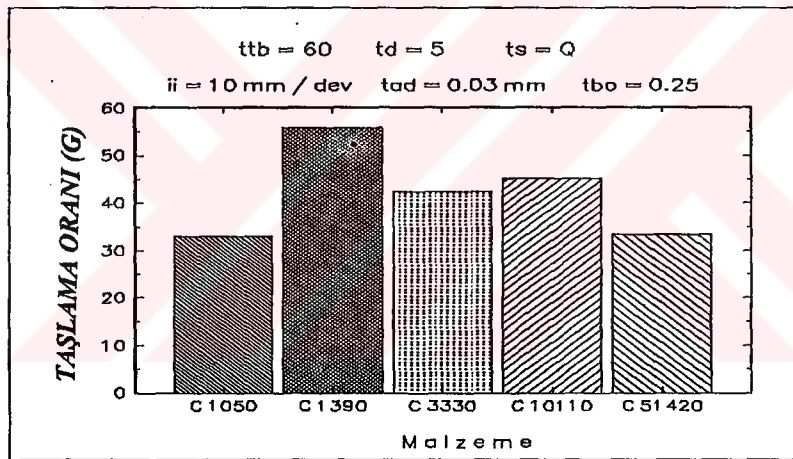


Şekil 5.12. $ttb = 80$, $ts = M$, $tad = 0.03$ mm ve $ii = 10$ mm/dev için taşlama oranları

Taşlama oranı talaş derinliğinin artması ile önemli derecede düşme göstermektedir. İş ilerlemesinin (ii) artması ile taşlama oranının azalması, talaş derinliğinin artmasından dolayı da taşlama oranının azalması, bu parametrelerin taşlama oranına etkilerinin, taşlama oranını azalttığını göstermektedir (Şekil 5.11,5.12).

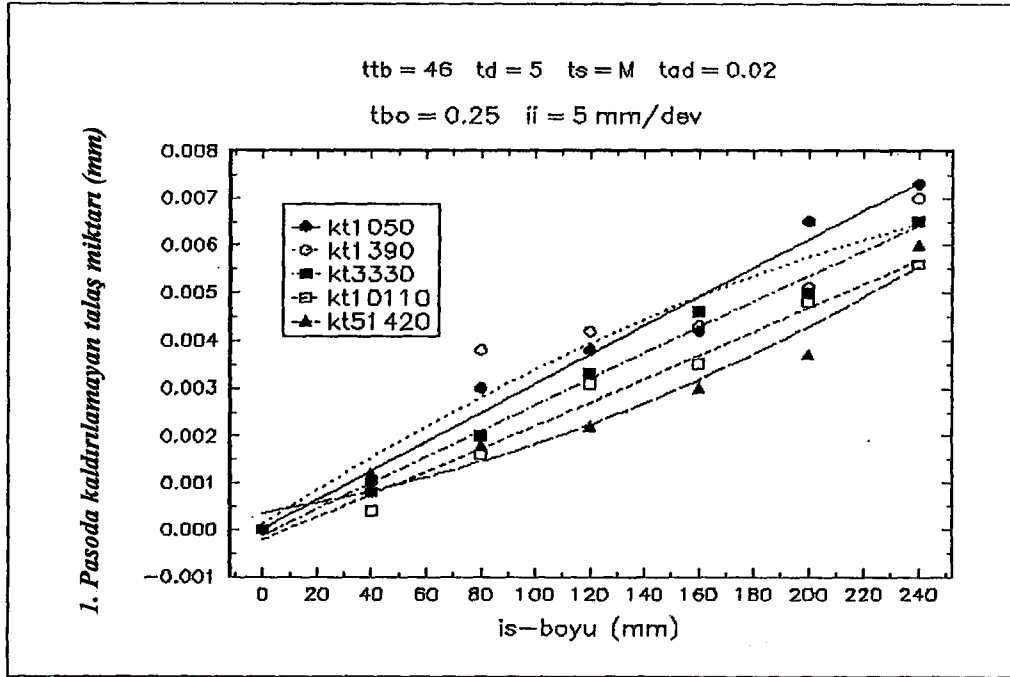


Şekil 5.13. ttb = 60, ts = Q, tad = 0.02 mm ve ii = 5 mm/dev için taşlama oranları

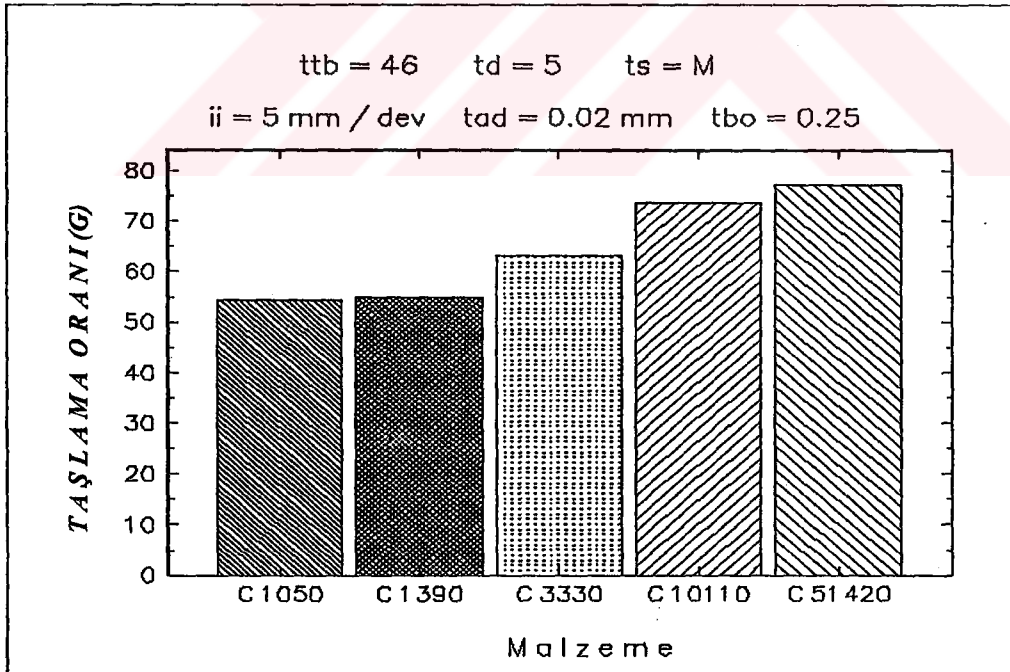


Şekil 5.14. ttb = 60, ts = Q, tad = 0.03 mm ve ii = 5 mm/dev için taşlama oranları

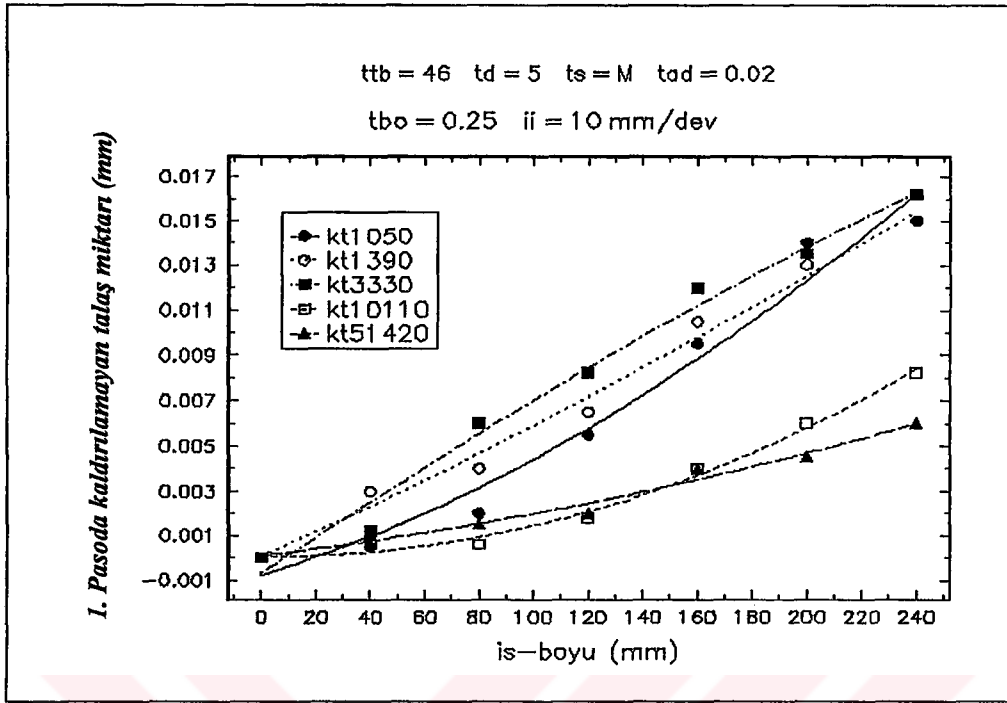
Yapılan deneylerde talaş deriliği 0.020 mm ve 0.030 mm ve iş ilerlemesi 5mm/dev ve 10 mm/dev seçilerek ayrı ayrı taşlama oranları bulunmuştur. Bu deneylerde talaş derinliği ve ilerlemenin taşlama oranına birlikte etkisinin, taşlama oranını aşırı bir şekilde azalttığı görülmüştür (Şekik 5.13, 5.14). Taşlama oranındaki azalmanın en çok Ç51420 malzemesinde olduğu tespit edilmiştir.



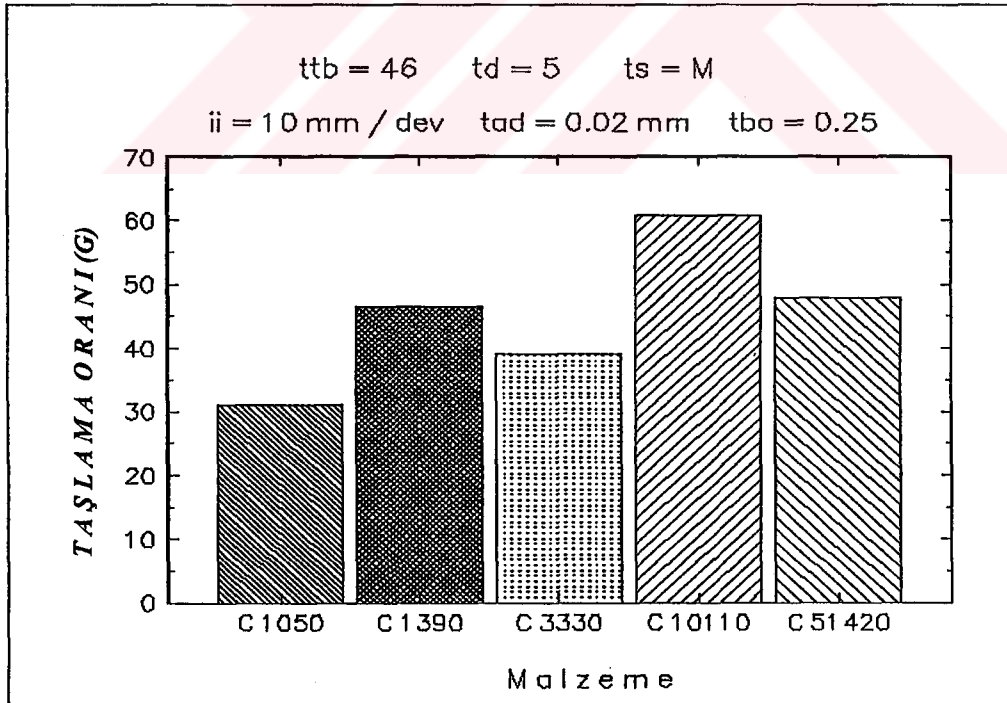
Şekil 5.15.a. Değişik malzemeler için birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



Şekil 5.15.b Değişik malzemelerdeki taşlama oranları



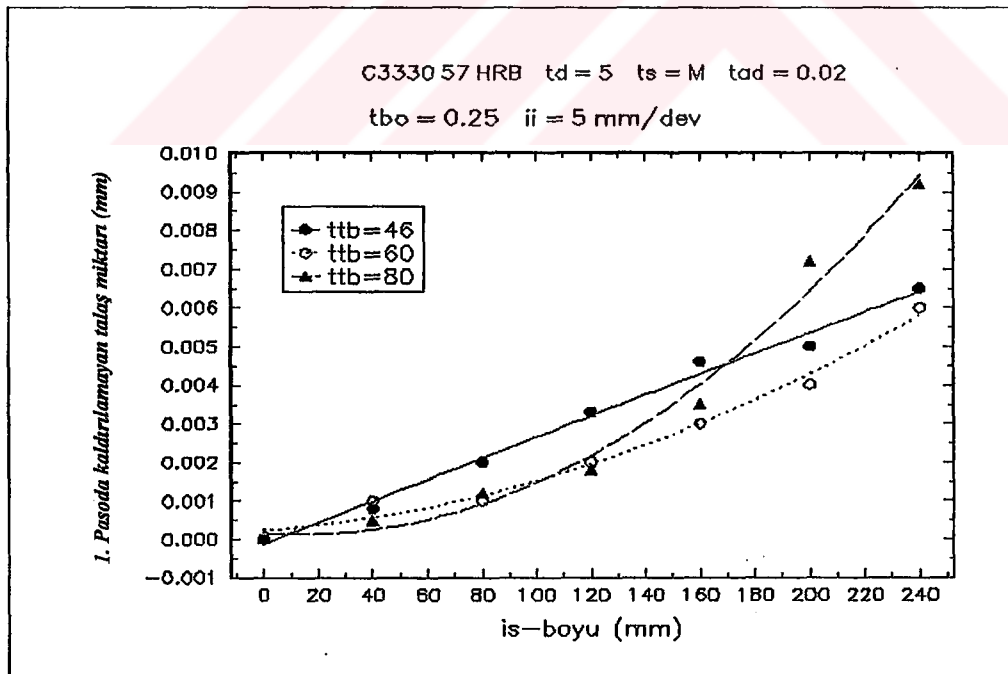
Şekil 5.16.a. Değişik malzemeler için birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



Şekil 5.16.b Değişik malzemelerdeki taşlama oranları

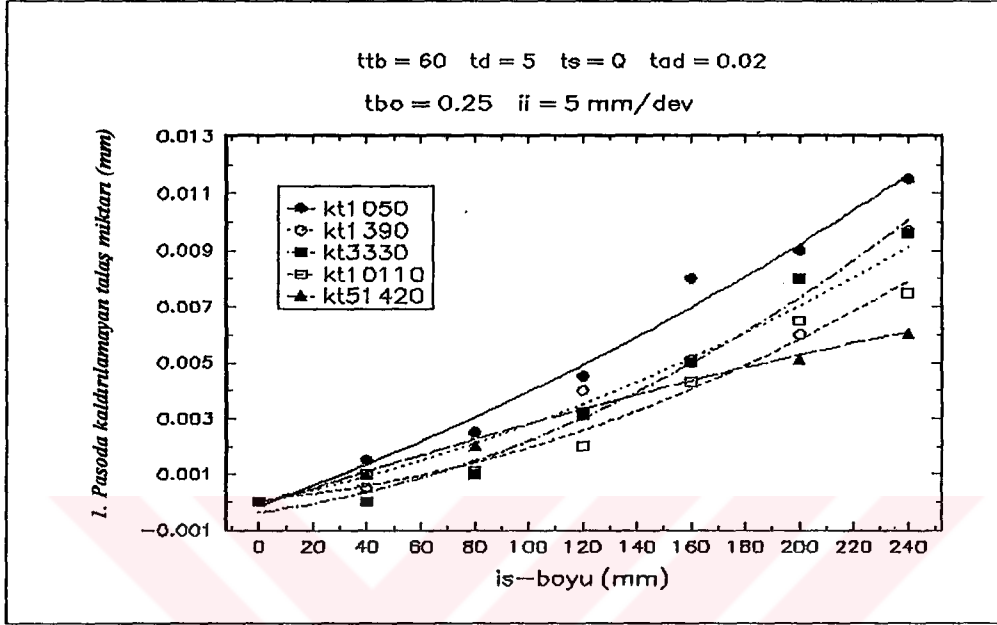
Yukarda verilen parametre değerlerinde çeşitli malzemeler taşlanarak, birinci paso sonunda; taşın işe ilk başladığı yerdeki kaldırılamayan talaş miktarı “sıfır” kabul edilmiş ve iş üzerinde belirli aralıklarda ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonunda regrasyon katsayıları bulunarak, birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı grafikleri çizilmiştir (Şekil 5.15.a, 5.16.a). Malzemelerin taşlama işlemi sonunda, taşlama oranları hesaplanmış ve taşlama oranlarının da grafikleri çizilmiştir (Şekil 5.15.b, 5.16.b).

Birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ile taşlama oranı arasında oldukça yüksek bir ilişki görülmüştür. Malzemelerin birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı, taşlama işlemi sonunda kaldırılamayan talaş miktarları ile benzerlik gösterdiğinden, taşlama oranları ile de benzerlik göstermektedir. Birinci pasodaki kaldırılamayan talaş miktarı (kt_1) arttıkça taşlama oranı düşmektedir.

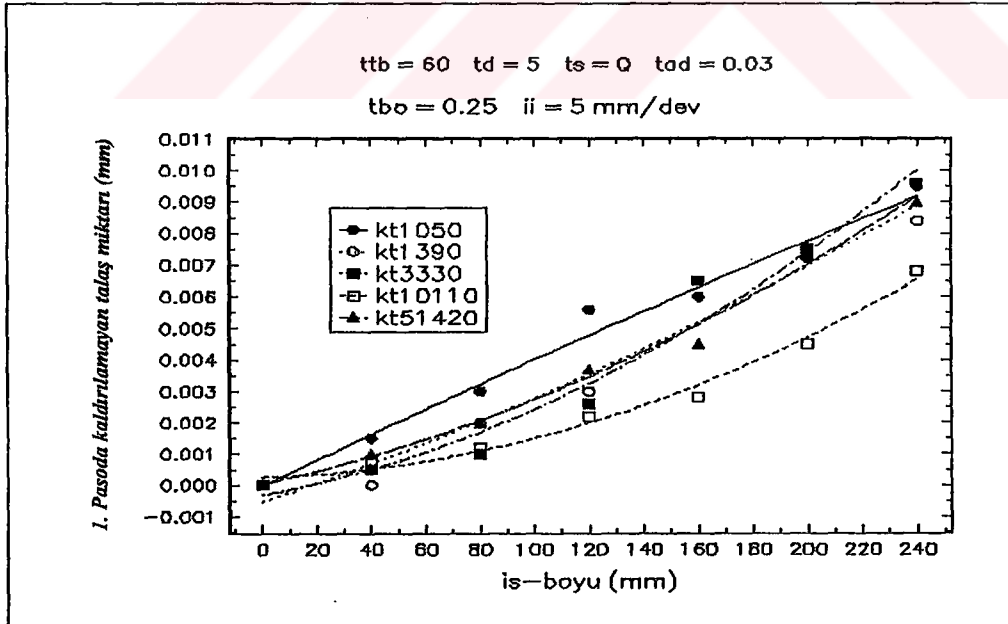


Şekil 5.17. $ttb = 46$, $ttb = 60$, 80 ve C3330 için birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi

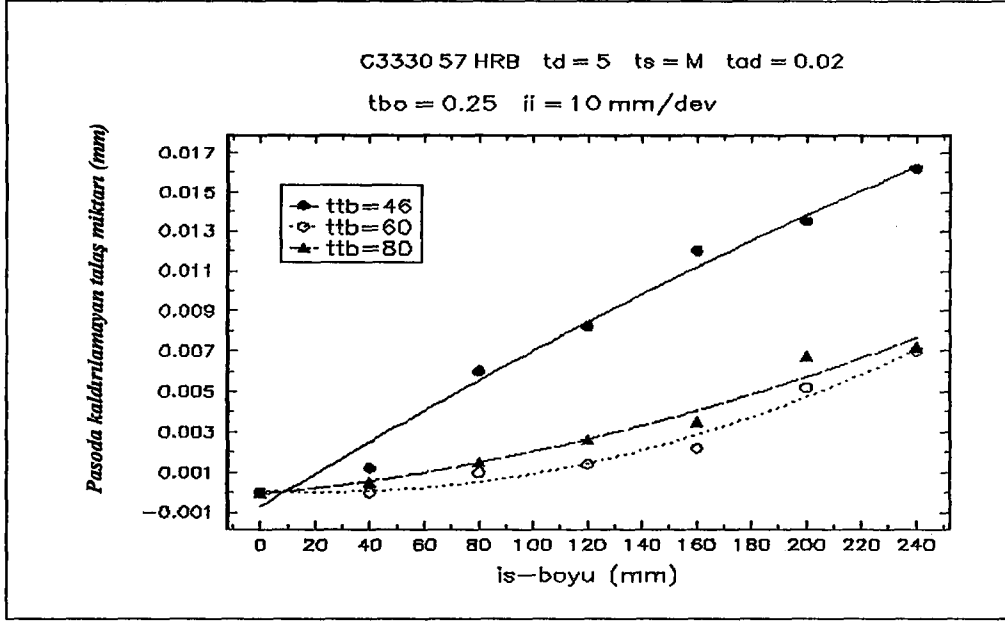
Ç3330 numunesinin taş tane büyüklüğü farklı olan taşlarda, birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarının da farklı olduğu görülmektedir (Şekil 5.17).



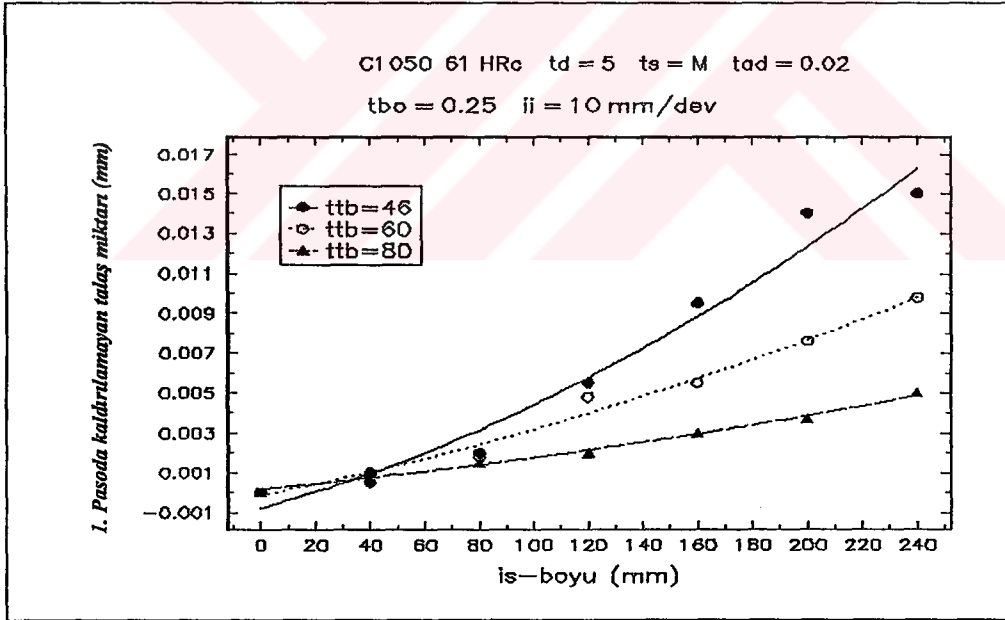
Şekil 5.18. $t_{ad} = 0.02$ mm için değişik malzemelerde birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



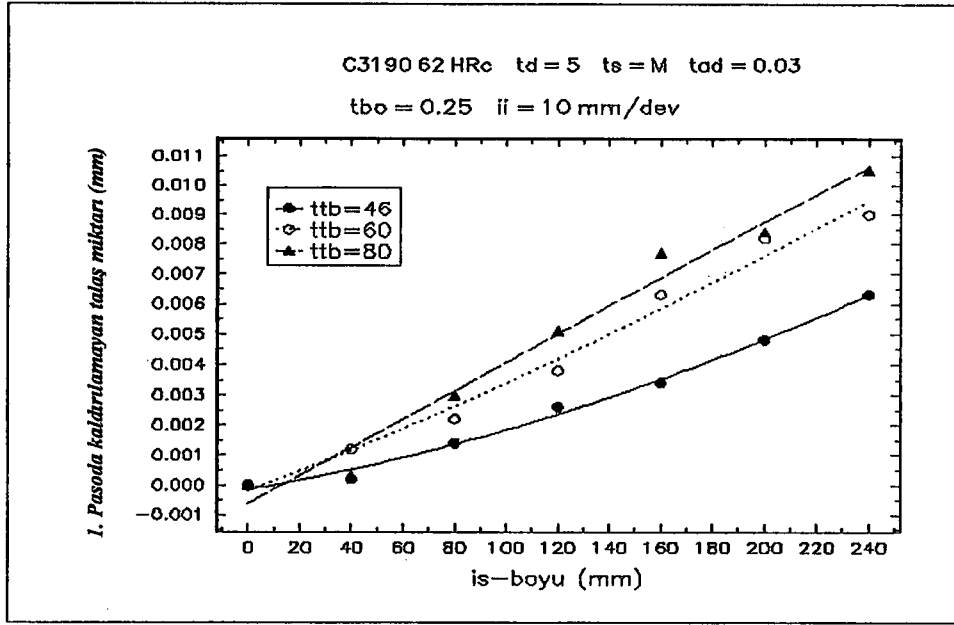
Şekil 5.19. $t_{ad} = 0.03$ mm için değişik malzemelerde birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



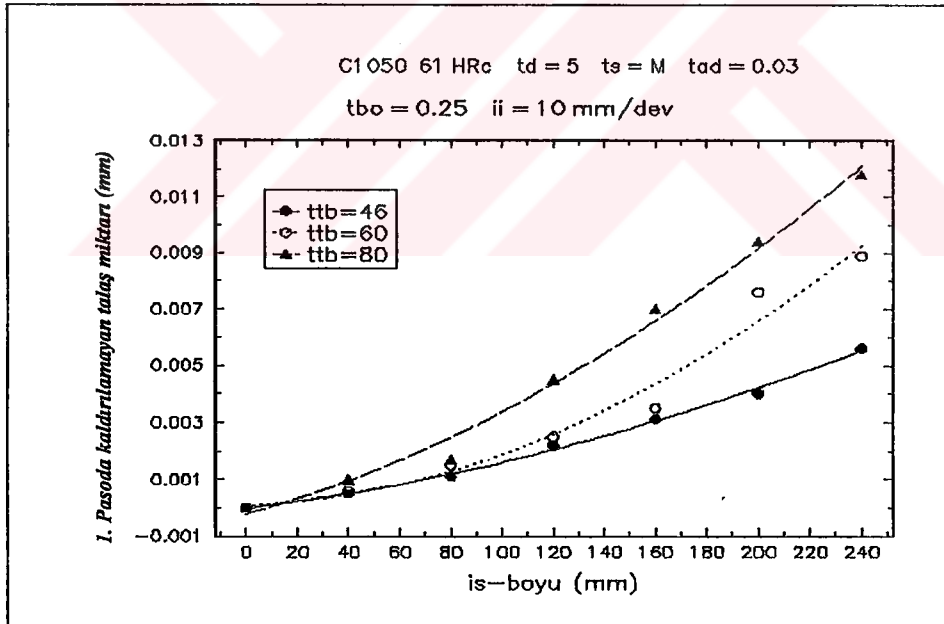
Şekil 5.20.a. $t_{tb} = 46$, $t_{tb} = 60$, 80 ve C3330 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



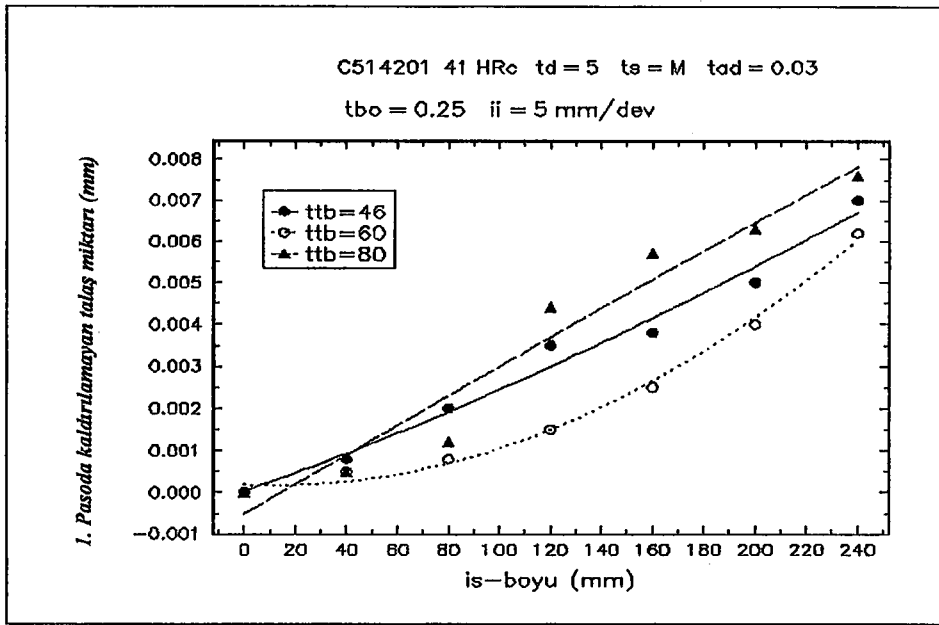
Şekil 5.20.b. $t_{tb} = 46$, $t_{tb} = 60$, 80 ve C1050 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



Şekil 5.21.a. $t_{tb} = 46$, $t_{tb} = 60$, 80 ve $\text{Ç}1390$ için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



Şekil 5.21.b. $t_{tb} = 46$, $t_{tb} = 60$, 80 ve $\text{Ç}1050$ için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi



Şekil 5.22. $ttb = 46$, $ttb = 60$, 80 ve C51420 için birinci pasoda kaldırılmayan talaş miktarı ve taşlama boyu ilişkisi

Şekil 5.20.a,b ve 5.21.a,b'de verilen taşların, sertlikleri, dokuları, taş bileme oranları ve iş ilerlemeleri sabit tutularak, talaş derinliğinin taş tane büyüklükleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. (Talaş derinliği 0.020 mm olan deneylerde (Şekil 5.20.a, b) kt_1 , taş tane büyüklüğü ile ters orantılı olarak sıralanmaktadır.) Talaş derinliği 0.030 mm olan deneylerde (Şekil 5.21.a, b) ise kt_1 , taş tane büyüklüğü ile doğru orantılı olarak sıralandığı görülmektedir.

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmalarda, taş tane büyüklüğü, taş dokusu, taş sertliği, iş ilerlemesi ve talaş derinliğinin taşlama oranını önemli derecede etkilediği görülmüştür.

- Taşlama işleminde; diğer kesici takımlara (torna kalem, freze çakısı vb.) nazaran, daha önce araştırmacılar tarafında yapılan çalışmalarda [25,26] tespit edildiği gibi çok büyük ve önemli derecede aşınma olduğu gözlenmiştir. Taşlama diskinin aşırı miktardaki hacimsel kaybı, taşlanan iş parçasına, kaldırılamayan talaş miktarı olarak yansımaktadır.
- Taşın aşırı derecede aşınması, taşlanan numunelerin ölçüsünün istenen değerde çıkmasını engellemektedir. Dolayısı ile numunelerin istenen ölçü toleransında çıkmaması yeniden bir taşlama işlemi gerektirecektir.
- Taş tane büyüklüğü (ttb), taşlama oranını önemli derecede etkilemektedir. Talaş kesiti büyük olan deneylerde taş tane sayısı arttıkça aşınma oranı düşmektedir. Çünkü taşın tane sayısı artınca, tanelerin boyutları küçülecek ve talaş kesiti büyük olduğu için tane yüklenmesi artarak kopması kolaylaşacaktır. Ancak talaş kesiti küçük tutulursa; taşlama oranı taş tane sayısı ile doğru orantılı olarak artmaktadır.
- Bu çalışmada kullanılan I, M, Q sertlikleri arasında yapılan karşılaştırmada, Ç1050 ve Ç10110 malzemelerinde orta sertlikteki (M) taşla yapılan taşlama da taşlama oranını az çıkmıştır. Ç1050 malzemesi taş sertliğine göre taşlama oranlarında fazla bir değişiklik görülememiştir. Ancak diğer malzemelede ve başka deneylerde taşlama oranının taş sertliği ile orantılı olarak arttığı gözlenmiştir (Şekil 5.5.a, 5.5.b, 5.5.c).

- Talaş derinliği ve iş ilerlemesi küçük olan taşlamalarda, taşlama oranının taş dokusu ile beraber yükseldiği görülmüştür. Taş dokusu 3, 5 ve 7 olan taşlarla yapılan deneylerde, iş ilerlemesi ve talaş derinliği artırıldığında ise, taşlama oranının taş dokusu ile ters orantılı olarak düştüğü görülmüştür.
- Her malzeme değişik aşınma karakterleri gösterdiğinden, taşlama oranları da farklı çıkmıştır. İş ilerlemesinin 5 mm/dev'den, 10 mm/dev'e çıkarılması ile taşlama oranı önemli derecede azalmıştır. Talaş derinliği de talaş kesitini artırdığı için, taşlama oranına iş ilerlemesi gibi aynı yönde etki ederek taşlama oranını düşürmüştür. Bu çıkan sonuçlar H. Yasui ve T. Matsuo'nun tespitlerini[2] doğrulamaktadır.
- Yapılan deneylerde setliğinin düşük olmasına rağmen, Ç51420 (paslanmaz çelik) düzenli bir aşınma göstermemiştir. Çünkü içerisinde %10'dan fazla krom, %0.02'den fazla karbon bulunan bileşiklerde krom, karbürle birleşerek $Cr_{23}C_6$ bileşimini oluşturur. Malzeme sınırlardan çökelmiş bulunan $Cr_{23}C_6$ korozyondan etkilenmezken kromca fakirleşen tane sınırlarına yakın bölgeler korozyondan etkilenirler. Bu oluşan süper alaşım aşınmaya karşı çok dayanıklıdır. Kullanılan Ç51420'nin içerisinde %12,828 krom, %0.023 karbon bulunmaktadır.
- Sertliği 62 HRC olan Ç1390 numunesi için, sertliği 61 HRC olan Ç1050'ye göre daha küçük taşlama oranı beklenmesine karşın, Ç1050'de daha küçük taşlama oranları çıkmıştır. (Bunun sebebi ise, Ç1390 içerisinde bulunan Mangan (%2.003), oluşacak FeS (demir sülfür) yerine MnS oluşturur. MnS ise FeS'ye göre daha homojen ve aşınma direnci daha azdır.)

- Birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı ile taşlama oranı arasında oldukça yüksek bir ilişki görülmüştür. Malzemelerin birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı, taşlama işlemi sonunda kaldırılamayan talaş miktarı ile benzerlik gösterdiğinden, taşlama oranı ile de bezerlik göstermektedir. Birinci pasoda kaldırılamayan talaş miktarı (kt_1) arttıkça taşlama oranı (G) kaldırılamayan talaş miktarı ile ters orantılı olarak azalmaktadır.
- Yapılan deneylerde ilk pasoda kaldırılamayan talaş miktarı hangi malzemede en fazla çıkmışsa, o malzemenin taşlama oranı da o derece az çıkmıştır. Aynı şekilde, ilk pasoda kaldırılamayan taşlaş miktarı az çıkan malzemelerin taşlama oranları da yüksek çıkmıştır.
- Silindirik taşlamada; deneylerden elde edilen grafikler yardımıyla bir malzemenin, değişik parametrelerdeki aşınma karakterlerini bir pasoda yaklaşık olarak anlamak mümkündür.
- Malzemenin ve taşların aşınmasını etkileyen parametrelerden biri de şüphesiz kesme hızlarıdır. Kesme hız parametresinin taşlama oranı üzerindeki etkisi de incelenebilir.
- Malzeme içindeki alaşım elementlerinin aşınma oranı üzerindeki etkisini tam olarak açıklamak için, aynı cins numuneler içindeki aşınmayı etkileyen önemli alaşım elementlerinin, oranları değiştirilerek yeni çalışmalar yapılabilir.
- Malzemenin sertliğinin mi, yoksa malzeme içinde bulunan aşınmayı etkileyen elementlerin mi daha fazla taşlama oranını etkilediğini belirlemek için, parametrelerden biri sabit tutulup diğeri değiştirilerek incelenebilir.

- Uygun taş ve iş eşleştirilmesi yapılarak veya talaş derinliği ve iş ilerlemesi düşürülerek taşlama oranları yükseltilebilir.



Çizelge 6.1. Taşlama oranları

ttb = 46, ts = M, td = 5, tbo = 0.25					
İş Malzemesi →	Ç1050	Ç1390	Ç3330	Ç10110	Ç51420
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.02 mm	54.3	54.9	63.1	73.7	72.2
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.02 mm	33.3	28.5	26.5	65.9	71.1
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.03 mm	63.8	56.1	47.5	45.1	30.7
ttb = 60, ts = M, td = 7, tbo = 0.25					
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.02 mm	56.9	72.9	69.6	67.7	81.9
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.02 mm	69.6	56	70.4	56.3	63.5
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.03 mm	34.2	48.8	38.9	47.7	46.1
ttb = 60, ts = M, td = 5, tbo = 0.25					
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.02 mm	43.4	57.4	62.3	50.3	72.7
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.02 mm	45.8	69.2	83.3	82.6	80.6
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.03 mm	41.5	55.5	42.7	53.9	67.5
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.03 mm	42.7	35.7	54.6	29.7	27.2
ttb = 60, ts = M, td = 3, tbo = 0.25					
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.02 mm	60.4	81.6	87.7	59.3	50.7
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.03 mm	48.2	65.7	62.2	58.3	72.2
ttb = 60, ts = I, td = 5, tbo = 0.25					
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.02 mm	59.3	58.8	38.9	72.9	61.7
ttb = 60, ts = Q, td = 5, tbo = 0.25					
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.02 mm	57.8	53.9	52.2	62	65.9
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.03 mm	32.9	55.9	42.5	45.2	33.4
ttb = 80, ts = M, td = 5, tbo = 0.25					
ii = 5 mm/ dev, tad = 0.02 mm	73.5	71.5	59.8	55.3	44.2
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.02 mm	68.4	72.1	66.6	35.2	52.4
ii = 10 mm/ dev, tad = 0.03 mm	38.4	32	44.1	31.5	39.4

KAYNAKLAR

1. Srivastava A.K., Yuen K.M. and Elbestavi M.A.,1992, Surface finish in robotics disk grinding, **Int. J. Mach. Tools Manufact.** 32 (3), 269-297.
2. Yasui H. and Matsuo T., 1980, Characterisation of wheel wear in high depth of cut grinding, **Department of Production Engineering, Kumamoto University, Japan**
3. Midha P.S., Zhu, C.B. and Trmal G.J., 1991, An application of expert system approach to production grinding process, **Bristol Polytechnic, U.K.**
4. Zhong Z. and Venkatesh V.C., 1994, Surfaces integrity studies on the grinding, lapping and polishing processes for optical products, **Journal of Materials Processing Technology, Elsevier, 44, 179-186**
5. Lidsay R.P., 1971, On the metal removal and wheel removal parameters, surface finish, geometry and thermal damage in precision grinding, **Ph.D. dissertation, Worcester Polytechnic Institute**
6. Tetsuo, M., 1978, An investigation of the wear of abrasive grains, **Kumamoto University, Japan.**
7. Chander P. Bhateja, 1975, The intrinsic characteristics of ground surface, Reprinted from **the proceedings of the Abrasive Engineering Society's International Technical Conference.**

8. Subramanian K., Lindsay R. P., 1992, A systems approach for the use of vitrified bonded superabrasive wells for precision production grinding, **Journal of Engineering for Industry**, February, 114,. 395-401
9. Harris M.W., Lavine A.S., 1991, Thermal aspects of grinding: the effect of the wheel bond on head transfer to an abrasive grain, **Journal of Engineering for Industry**, November, 113, 395-401.
10. Schey, John, A., 1987, Introduction to manufacturing processes, **Mc Graw Hill Book Company**, Second Edition, 441-553, Singapore.
11. Holmberg. K., Matthews A., 1994, **Coating Tribology**, Elsevier, 11-268.
12. Bull S.J., 1992, Correlation of microstructure and properties of hard coating, **Vacuum**, 43, 287-391.
13. Rickerby D.S. and Bull S.J., 1989, Engineering with surface coatings: the role of coating Microstructure, **Surface and Coatings Technology**, 39/40, 315-328
14. Benmalek, M., Gimenez, P., Peyre, J.P. and Tournier, C., 1991, Characterization and comparison of thin layers deposited by different physical vapour deposition processes, **Surface and Coatings Technology**, 48, 181-187.
15. Bull, S.J., 1992, Correlation of microstructure and properties of hard coating, **Vacuum**, 43, 287-391.

16. Gissler, W. and Jehn, H.A., 1992, Advanced techniques for surface engineering, 1, 20-294.
17. Principles of engineering production. Principles of metal cutting-grinding (271-277)
18. Ruisseaux, N.R., Zerkle, R.D., 1970, Thermal analysis of the grinding process, **Journal of Engineering for Industry**, May, 428-434.
19. Lemon, J., 1968, Study of grinding process as applied to high-strength thermal-resistant alloys, **Contract Af33 (615)-5412, AFML-TR 68-309**, University of Cincinnati.
20. Lim, G.H., 1995, Tool wear in machine turning, **Journal of Materials Processing Technology**, 25-36.
21. Field, M., Koster, W., 1978, Optimizing grinding parameters to combine high productivity with high surface integrity, **Annals of the CIRP**. 27, 1.
22. Robert, S.H., Lindsay, R.P. 1971, Principles of grinding, part I basic relationships in precision grinding, **Reprinted from Machinery**, July-November.
23. Robert, S.H., Lindsay, R.P., 1971, Principles of grinding, part II the metal removal parameter, **Reprinted from Machinery**, July-November.
24. Midha, P.S., Zhu, C.B. and Trmal, G.J., 1991, Optimum selection of grinding parameters using process modelling and knowledge based system

- approach, **Journal of Materials Processing Technology**, Elsevier, 28, 189-198.
25. Wen, M., Tay, A.O. and Nee, A.C., 1992, Micro - computer based optimization of the surface grinding process, **Journal of Materials Processing Technology**, Elsevier, 29, 75-90.
 26. Ramesh, N., Radhakrishnan, V., Murti, Y.V.S., 1980, Investigations on laser dressing of grinding wheels, Part I: Preliminary Study, **ASME Journal of Engineering For Industry**, August, III, 244-251.
 27. Rajmohan, B., Radhakrihan, V., 1994, On the possibility of process monitoring in grinding by spark intensity measurements, **Journal of Engineering for Industry**, February, 116, 124-129.
 28. Metal Meslek Bilgisi (Tabellen Metall, Ulrich Fischer, VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL Nourney, Vollmer GmbH & Co. 1992).
 29. Shaw, M.C., 1994, A Production engineering approach to grinding temperatures, **Journal of Materials Processing Technology**, Elsevier, 44, 59-169.
 30. Hard materials and diamond grinding wheels, Chapter 11, 1985 143-150
 31. Robert, S.H., Lindsay, R.P., 1971, Principles of grinding, part III-IV the metal removal parameter, **Reprinted from Machinery**, July-November, 19-35.

32. Srivastava A.K., Yuen K.M. and Elbestavi M.A., 1992, Surface finish in robotics disk grinding, **Int. J. Mach. Tools Manufact.** 32 (3), 269-297.
33. Akkurt, M., 1996, Talaş kaldırma yöntemleri ve takım tezgahları, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, İstanbul
34. Lissaman, A.J., Martin, S.J., 1982, Principles of engineering production, **Second edition**, Great Britain.
35. Güllü, A., 1995, Silindirik taşlamada istenen yüzey pürüzlülüğünü elde etmek için taşlama parametrelerinin bilgisayar yardımı ile optimizasyonu, **Doktora Tezi**, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens. Makina Eğitimi, 63-68
36. Salmon, S.C., 1992, **Modern Grinding Process Technology**, Mc Graw-Hill Inc
37. Faruk, M., 1996. **Takım tezgahları ve teori hesapları**, Ankara, 178-186.
38. Makina Kimya Endüstrisi Kurumu, **Çelik türleri kataloğu**.
39. Ault, W., 1985, Truing and dressing of grinding wheels, **Chaman and Hall**, New York.
40. Güllü, A., Ercan, F., 1994, Zımpara taşlarının bilenmesi ve taşlama verimliliği, **Endüstriyel teknoloji**, Kasım, 1, 1, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

01.01.1969 tarihinde Malatya'nın Hekimhan kazasında doğan Halil DEMİR, ilkokulu Hekimhan'da, orta okulu Malatya Sümer Ortaokulu'nda ve lise tahsilini Malatya Şehit Kemal Özalper E.M.L. ve Teknik Lisesinde tamamladı. 1990 yılında, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesinde lisans eğitimine başladı. 1994 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümünden mezun oldu. 1994 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı ve halen bu görevine devam etmektedir. Şubat 1995'de Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Eğitimi'nde yüksek lisans eğitimine başladı.