

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TAKI VE AKSESUARLARIN YÜZEY BİTİRME
İŞLEMLERİ**

Metalürji ve Malzeme Müh. Eda GÜRSOY

**F.B.E. Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı Malzeme Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa ÇİĞDEM (YTÜ)

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iv
KISALTMA LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ.....	x
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. AŞINDIRICILAR.....	2
2.1 Alüminyum Oksit veya Sentetik Korindon	2
2.2 Silisyum Karbür	3
2.3 Aşındırıcı Malzemelerin Özellikleri	4
2.4 Aşındırıcı Malzemelerin İşletme Teknolojisi ve Kullanım Şekilleri.....	5
2.5 Geleceğe Yönelik Beklentiler ve Politika Önerileri	5
3. AŞINMA	6
3.1 Aşınmayı Etkileyen Faktörler.....	7
3.1.1 Malzeme Seçimi	7
3.1.2 Sürtünme.....	7
3.1.3 Yüzeğe Uygulanan Yük.....	7
3.1.4 Sürtünme Mesafesi	7
3.1.5 Yüzeğe Sertliği	7
3.1.6 Yüzeğe Pürüzlülüğü	7
3.1.7 Yağlama.....	7
3.2 Aşınma Türleri ve Mekanizmaları.....	8
3.2.1 Adhesiv Aşınma	8
3.2.2 Abrasif Aşınma.....	9
3.2.3 Yüzeğe Yorulması.....	11
3.2.4 Erozyon Aşınması.....	12
3.2.5 Difüzyon İle Aşınma	13
3.3 Korozyon Aşınması	14
3.4 Aşınmanın Azaltılması İçin Gerekli Önlemler	15
4. DÖKME ÜRÜNÜN YÜZEĞE BİTİRME İŞLEMLERİ.....	16
4.1 Genel İlkeler	16

4.2	Yüzey Bitirme İşlemi İçin Kullanılan Aşındırıcılar	20
4.3	Ekipmanlar.....	23
4.4	Optimum Yüzey Bitirme İşlemi Döngüsü.....	26
5.	YÜZEY BİTİRME İŞLEMİ SIRASINDA YÜZEY PARLATMA : TAKI VE MÜCEVHERLERİN MAKİNE İLE YÜZEY BİTİRME İŞLEMLERİ.....	29
5.1	Işığın Bir Yüzeyden Yansıması.....	29
5.2	Yüzey Bitirme İşlemi Makinesiyle Aşındırıcı Kullanılarak Parlatma İşlemi.....	30
5.3	Perdahlama Aşındırıcı ile Makinede Parlatma	34
5.4	Yüzey Bitirme İşlemi Makineleri Tipleri	34
5.4.1	Diskli Yüzey Bitirme Makineleri	38
5.4.2	Tarama Yüzey Bitirme Makineleri.....	38
5.5	Mücevherlerin Parlatılması.....	38
5.6	Makine ile Optimize Bitirme İşlemi	39
5.7	Yüzey Bitirme İşlemi Makinelerinde Kaliteyi Etkileyen Potansiyel Problemler..	39
6.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	40
6.1	Malzemeler	40
6.2	Aşındırıcı Tablet Yapımı	41
6.3	Deneyde Kullanılan Aşındırma Cihazının Çalışma Mekanizması.....	46
6.4	İşlem Gören Malzemeler	47
6.5	Aşındırma Prosedürü	48
6.6	Yüzey Pürüzlülük Ölçümü: Deneyde Kullanılan Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı.....	48
7.	DENEYSEL SONUÇLAR.....	49
7.1	İthal Aşındırıcılarla Aşındırılan Numunelerde Yüzey Pürüzlülük – Aşındırma Zamanı İlişkisi	49
7.2	Proje İçin Üretilen Aşındırıcılarla Aşındırılan Numunelerde Yüzey Pürüzlülük – Aşındırma Zamanı İlişkisi	55
7.3	Parlatma İşlemi Yapılan Numunelerde Yüzey Pürüzlülük – Aşındırma Zamanı İlişkisi	70
8.	GENEL SONUÇ.....	72
	KAYNAKLAR.....	74
	ÖZGEÇMİŞ.....	75

SİMGE LİSTESİ

Ra	Ortalama yüzey pürüzlülüğü
μm	mikron metre
t	zaman
β	beta
α	alfa

KISALTMA LİSTESİ

Al	Alüminyum
Al ₂ O ₃	Alüminyum Oksit
C	Karbon
DIN	Deutsches Institut für Normung (Alman Norm Enstitüsü)
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
EK	Zengin Korindon
HK	Yarı Zengin Korindon
ISO	Milletlerarası Standart Teşkilatı
NK	Normal Korindon
Si	Silisyum
SiC	Silisyum Karbür

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1	Öğütücülerde kullanılan alümina seramik bilyeler 3
Şekil 3.1	Bir tribolojik sistemin şematik olarak gösterilimi 6
Şekil 3.2	Adhesiv aşınma 8
Şekil 3.3	Metal-metal sürtünmesi esnasında yüzeyden parça kopması 9
Şekil 3.4	Pürüzlü sert bir yüzey veya abrazif parçacıkların bir yüzeye yapışık olması 10
Şekil 3.5	Yüzeylerden en az birinden daha sert abrazif parçacıkların iki yüzey arasında sıkışması 10
Şekil 3.6	Yorulma aşınması oluşum mekanizması 12
Şekil 3.7	Erozyon aşınmasının şematik gösterilişi 13
Şekil 3.8	Karbür takımlarda krater oluşumu ve difüzyon mekanizması 13
Şekil 3.9	Korozif aşınma mekanizması 14
Şekil 4.1	Yüzey pürüzlülük- aşındırma işleminde geçen zaman 17
Şekil 4.2	Farklı aşındırıcılar kullanılarak elde edilen farklı sürelerdeki yüzey pürüzlülük mertebeleri 18
Şekil 4.3	Başlangıçtaki yüzey pürüzlülük değerinin işleme süresine etkisi 18
Şekil 4.4	Yüzey bitirme işleminde kullanılan aşındırıcılar 21
Şekil 4.5	Dönen varilin hareketi 23
Şekil 4.6	Aşırı hızlı hareket eden varilin hareketi 23
Şekil 4.7	Titreşimli variller 24
Şekil 4.8	Disk tipi merkezkaç varil 25
Şekil 4.9	Santrifüjlü varil ilkeleri 25
Şekil 4.10	Katmanlı perdahlama tekerleri kullanılan yüzey bitirme tezgahı 26
Şekil 4.11	Katmanlı perdahlama tekerleri 27
Şekil 4.12	Eksen etrafında dönen merkezkaç variller 28
Şekil 5.1.a	Işığın parlatılmış düz yüzeye yansımaları 30
Şekil 5.1.b	Işığın parlatılmamış yüzeye yansımaları 30
Şekil 5.2	Yüzey bitirme işlemi sırasında aşındırıcının mücevher yüzeyinden akışı (a. Konveks yüzey) (b. Düz yüzey) 31
Şekil 5.3	Aşındırıcı boyutunun parlatma işlemine etkisi 31
Şekil 5.4	Aşındırıcı ortam ile parlatılmış bir yüzeyi Mag.1000x ve Mag.2300x büyütme sonucu tarama elektron mikroskobu ile çekilmiş görüntüsü 32
Şekil 5.5	Aşındırıcının metal yüzeyini bozması 32
Şekil 5.6	Aynı tip 2 yüzüğün farklı 2 aşındırıcı ile 5 saat parlatılmasından sonraki 2 farklı yüzey görüntüsü 33
Şekil 5.7	Parlatmada kullanılan aşındırıcı sınıfının kıymetli taşlar üzerinde yarattığı hasarın biçimi 33
Şekil 5.8	Aşındırıcının metalin üstünde akışı ile yüzeyin pürüzsüzleştirilmesi 34
Şekil 5.9	Tipik disk ve tarama yüzey bitirme işlemi makineleri 36
Şekil 5.10	Ayrı tip 3 makine için çalışma ortamlarının şematik gösterimi 37
Şekil 5.11	Parlatma işleminde kullanılan farklı basınç ve parlatma aksiyonlarının parça yüzeyinde bıraktığı işaretler ve kalıntılar 37
Şekil 6.1	1 Numaralı plastik bağlayıcı ile ithal aşındırıcı 40
Şekil 6.2	2 Numaralı seramik bağlayıcı ile ithal aşındırıcı 41
Şekil 6.3	3 Numaralı aşındırıcı 42
Şekil 6.4	4 Numaralı aşındırıcı 43
Şekil 6.5	5 Numaralı aşındırıcı 43
Şekil 6.6	6 Numaralı aşındırıcı 44
Şekil 6.7	7 Numaralı aşındırıcı 44

Şekil 6.8	8 Numaralı aşındırıcı	45
Şekil 6.9	9 Numaralı aşındırıcı	45
Şekil 6.10	ECO-mini wet aşındırma cihazı	46
Şekil 6.11	Çalışma esnasındaki ECO-mini wet aşındırma cihazı	47
Şekil 6.12	İşlem görmemiş (as-cast) deney numuneleri	47
Şekil 6.13	Mitutoyo surfest – 211 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı	48
Şekil 7.1	1 Numaralı plastik bağlayıcı ile ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman- yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	50
Şekil 7.2	1 Numaralı plastik bağlayıcı ile ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	51
Şekil 7.3	2 Numaralı seramik bağlayıcı ile ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	53
Şekil 7.4	2 Numaralı seramik bağlayıcı ile ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	53
Şekil 7.5	İthal aşındırıcıların zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	54
Şekil 7.6	3 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	56
Şekil 7.7	3 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	56
Şekil 7.8	4 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	57
Şekil 7.9	4 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	58
Şekil 7.10	5 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	59
Şekil 7.11	5 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	59
Şekil 7.12	SiC aşındırıcıların zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	60
Şekil 7.13	6 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	62
Şekil 7.14	6 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	62
Şekil 7.15	7 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	64
Şekil 7.16	7 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	64
Şekil 7.17	8 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	66
Şekil 7.18	8 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	66
Şekil 7.19	9 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	68
Şekil 7.20	9 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri	68
Şekil 7.21	Al ₂ O ₃ aşındırıcıların zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği	69
Şekil 7.22	Plastik bağlayıcı ile ithal parlaticı	71
Şekil 7.23	Plastik bağlayıcı ile ithal parlaticı ile yapılan deney numuneleri	71

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5.1	Yüzey bitirme işlemi makineleri tipleri ve özellikleri.....	34
Çizelge 6.1	Aşındırıcı tablet yapımında kullanılan malzemeler.....	42
Çizelge 6.2	İşlem görmemiş (as-cast) numunelerin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	48
Çizelge 7.1	1 Numaralı plastik bağlayıcıli ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.	49
Çizelge 7.2	2 Numaralı seramik bağlayıcıli ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.	51
Çizelge 7.3	2 Farklı ithal aşındırıcılarla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.	54
Çizelge 7.4	3 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	55
Çizelge 7.5	4 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	57
Çizelge 7.6	5 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	58
Çizelge 7.7	3 Farklı SiC aşındırıcılarla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	60
Çizelge 7.8	6 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	61
Çizelge 7.9	7 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	63
Çizelge 7.10	8 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	65
Çizelge 7.11	9 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	67
Çizelge 7.12	4 Farklı Al ₂ O ₃ aşındırıcılarla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	69
Çizelge 7.13	Parlatma işlemi yapılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri	70

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca öğrencisi olmaktan gurur duyduğum Y.T.Ü. Kimya-Metalürji Fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü tüm öğretim görevlisi ve çalışanlarına sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın hazırlanmasında bilgi ve becerilerini benimle paylaşarak bana yol gösteren ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, tez çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, en büyük desteği gördüğüm danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa ÇİĞDEM'e yürekten teşekkür ederim.

Gerek hazırlanmam, gerek yazım safhalarında yanımda olan tüm arkadaşlarıma ve özellikle deneysel çalışmamdaki yardımlarından ötürü Emre SALİH' e teşekkürü bir borç bilirim...

Çalışmalarım sırasında her zaman yanımda olarak benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve çalışmamda büyük katkıları bulunan değerli meslektaşım Met. ve Malz. Müh. Ufuk KARACA' ya sonsuz teşekkür ederim.

Bütün öğrenimim boyunca maddi ve manevi en büyük desteğim Babam Sn. Hüseyin Avni GÜRSOY ve Annem Sn. Gülselin GÜRSOY' a ve her zaman yanımda olan ağabeyim Ozan GÜRSOY' a sonsuz şükranlarımı sunarım.

ÖZET

Yüzey bitirme işlemi malzeme yüzeyinde daha önceden oluşan, mekanik ve diğer işlemlerden kaynaklanan yüzey sorunlarını gidermeye yönelik bir temizleme işlemidir. Taşlama ve diğer proseslerin sonucu yüzeyde oluşan çizikler, oyuklar ve kalıp izleri gibi hataların giderilmesinde bu teknik kullanılmaktadır.

Mikro düzeyde uygulanan talaşlı proseslerin amacı malzeme giderilmesi ile parçanın istenilen biçimde elde edilmesidir. Aşındırma işleminde de amaç yüzey tamlığı sağlanarak ve pürüzsüz bir yüzey elde etmektir.

Bu çalışmanın amacı; proje için ürettiğimiz aşındırıcı malzemelerin aşındırma davranışı ve yüzey pürüzlülük özellikleri ile ithal aşındırıcı malzemelerin aşındırma davranışı ve yüzey pürüzlülük özellikleri üzerindeki etkisini karşılaştırarak incelemektir.

Bu çalışmada 2 farklı ithal aşındırıcı ile proje için ürettiğimiz 7 farklı aşındırıcı kullanılmıştır. Sonuçları karşılaştırmak amacıyla yüzey pürüzlülüğü değerleri ölçülmüş ve ilişkilendirilmiştir. Elde edilen veriler ithal aşındırıcıların sonuçlarıyla karşılaştırılarak çalışmalara yön verilmiştir. Yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri ile işleme süreci arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: aşındırma, aşındırıcılar, yüzey pürüzlülüğü, parlatma

ABSTRACT

Because of mechanical and other process on material surface has some problems and with surface cleaning operation it would be removed. As a result of grinding and other process like scratches, cavities, and mold marks would be remove with this technique.

In micro scale machining purpose is getting optional format of materials with material removal. On wearing mechanism basic purpose is getting surface precision and smoothed surface.

The purpose of this study was to analyze the influence of the wearing behaviour of the produced abrasive materials for the project on the wearing behaviour and surface roughness properties of the imported abrasive materials.

In this study, two different imported abrasive materials with seven different produced abrasive materials for the project are used as test material. To compare the results surface roughness values of the materials are determined and related to each other. The result derived from experimental studies were compared with those of imported abrasive materials. Surface roughness measurement values and the relationship between machining process were investigated.

Keywords: wearing, abresives, surface roughness, polishing

1. GİRİŞ

Takı ve aksesuarların ana dizayn kriterleri görünüm, renk ve formdur. Bu ürünlerin görüntüsünün diğer endüstriyel yarı mamul ve mamul ürünlerden farklı olarak mükemmel olması gerekmektedir.

Takı ve aksesuarlar döküm, talaşlı işlem, kaynak, plastik şekillendirme ve nadiren toz metalürjisi yöntemleri uygulanarak üretilmektedir. Bu yöntemlerin çeşitli versiyonları farklı ve sınırlı yüzey kalitelerini sağlayabilmektedir. Dolayısıyla ana imalat işleminden sonra parçaların bir dizi yüzey işlemlerine tabi tutulması gerekir. Bu işlemler kimyasal ve elektrokimyasal yöntemleri kapsayabileceği gibi mekanik ve kimyasal yöntemlerin karışımı ya da tamamen mekanik olabilmektedir.

Yüzey bitirme işlemleri birçok mühendislik uygulamalarında anahtar rol oynamaktadır. Yüzey bitirme işlemlerinde kullanılan birçok yöntemle; spesifik geometrilere, toleranslara ve yüzey karakteristiklerine sahip yüzeyler elde edilmektedir. Gelişen teknolojiyle birlikte kullanılan malzemelerde mükemmel yüzey özellikleri yakalanmaya çalışılmaktadır. Teknolojideki mükemmel ilerlemeye karşın, bitirme işlemlerinde uygulanan prosesler temel olarak eskisinden pek de farklı değildir. Sadece kullanılan makineler günümüz şartlarına uygun hale gelmiştir. Bu da işlem verimini artırırken, işlem süresinin kısalmasını sağlamıştır. Malzeme yüzey düzgünlüğü ve parlaklığı istenen başlıca özelliklerdendir. Önemli olan aşındırma işleminin malzemenin fiyatına etkisini en aza indirmek, bununla birlikte istenilen sonucu elde etmektir.

Bu tez çalışmasında; ithal aşındırıcılarla proje için ürettiğimiz aşındırıcıların deneysel çalışmalar sonunda aynı yüzey pürüzlülüğüne sahip, işlem görmemiş numuneler üzerinde oluşturduğu yüzey pürüzlülüğünü karşılaştırılarak, proje için ürettiğimiz aşındırıcıların aşınma hızlarının (işleme hızı), yüzey pürüzlülüğüne etkileri ve yüzey bitirme işlemlerinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Sonraki bölümlerde sırasıyla aşındırıcılar, aşınma mekanizmaları, yüzey bitirme işlemleri ve son olarak yapılan deneysel çalışmalar anlatılacaktır.

Rekabet koşullarına uyum sağlayabilmek için uygun yüzey kalitesine, en ucuz malzeme ve yöntem kullanarak, en kısa işlem süresinde ulaşmak; günümüz piyasasının vazgeçilmez kuralı haline gelmiştir. Bu proje için ürettiğimiz aşındırıcıların yüzey bitirme işlemlerinde kullanılabilirliği anlaşıldığında; birçok firma için gerekli kalitede malzemeyi daha ucuza satın alma olanağı doğacak ve endüstriye önemli katkılar sağlanacaktır.

2. AŞINDIRICILAR

Aşındırıcı, kendisinden daha yumuşak bir malzemeye belli bir kuvvet ve hızda temas edince keskin kenarları ve sivri uçları yardımıyla o malzemeden küçük talaşlar koparabilen, kristalize ve sert maddelerdir. (Güllü, Çalıklı, 2005)

Aşındırıcılar tanecik veya toz halinde bulunan ve çok hassas işlemlerde kullanılan sert malzemelerdir. Bunlar doğal ve sentetik olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Doğal aşındırıcıların en önemlileri korindon, zımpara ve elmadır. Korindon ve zımpara doğal alüminyum oksidin en önemli bileşenleridir. (Akkurt, 2004)

Zımpara, doğal aşındırıcılar içinde üretim ve ihracat bakımından Türkiye için en önemli olanıdır. (DPT, 2001)

Sentetik aşındırıcı malzemeler; alüminyum oksit, silisyum karbür ve sentetik elmas olmak üzere üç gruba ayrılır. (Akkurt, 2004)

2.1 Alüminyum Oksit veya Sentetik Korindon

Alüminyum oksit veya sentetik korindon, boksitin ergimesi ile elde edilen alüminyum oksit (Al_2O_3)'in kristalin şeklidir. Boksitin ergimesi (1900...2000°C arasında) ile cevherde bulunan yabancı maddeler ayrılır ve alüminyum oksit blok halinde kristal şeklini alır. Daha sonra bu blok parçalanır ve değirmenden geçirilir ve istenilen parçacık boyutuna getirilir. Bu şekilde çok sert, tok, sıcaklığa dayanıklı (yaklaşık 2500°C 'ye kadar) ve çok keskin uçlara sahip olan bir malzeme elde edilir. Malzemenin sertliği ve tokluğu, ihtiva ettiği alüminyum oksit miktarına bağlıdır. Alüminyum oksit miktarı büyüdükçe malzemenin sertliği büyür fakat tokluğu azalır. DIN standardına göre bu malzemeler: Normal korindon (NK) (%95 Al_2O_3); yarı zengin korindon (HK) (%98 Al_2O_3) ve zengin korindon (EK) (%99,9 Al_2O_3) olmak üzere üç gruba ayrılır. (Akkurt, 2004)

Günümüzde alümina kimyasalları geniş bir yelpazeyle dünya pazarında çeşitli kaynaklardan sağlanabilmektedir. Bu ürünler dünyanın her yerinde binlerce ürünü içeren ticari uygulamalarda kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; elektrik izolatörleri, diş macunu, plastik, kağıt, boya, endüstriyel seramikler, elektronik yapılar, refrakterler, sentetik mermer, ince porselen, optik cam, aşındırıcı ve parlaticılar gibi ürünlerdir. (Hart, Lense, 1990)

Aşındırıcı uygulamalarda en önemli özellik sertliktir. Sertlik, bünyenin sınırlandırılmış bir alanında konsantre olmuş dış mekanik güçlerin etkisi altındaki penetrasyona, bünyenin yüzey

katmanlarının direnci olarak tanımlanabilir. Minerallerin sertlik değişimleri Mohs skalasından kolaylıkla anlaşılabilir. Bu skalada korund 9, elmas 10 değerindedir. Genel kaynaklardan elde edilen α -alüminanın sertliği malzemeleri şekillendirmede, metalleri ve seramikleri parlatma ve öğütmede kullanılan niteliktedir. (Gitzen, 1970)

Alüminanın aşındırıcı uygulamaları oldukça fazladır. İnce gevşek taneli aşındırıcılar optik cilalama, ince öğütme ve camın cilalanmasında kullanılır. Kaba taneli olanlar ise granit ve mermer kesilmesi gibi alanlarda kullanılır. (Gitzen, 1970)



Şekil 2.1 Öğütücülerde kullanılan alümina seramik bilyeler.[2]

2.2 Silisyum Karbür

Silisyum karbür, kısaca SiC olarak ifade edilir. Doğada direkt rastlanmamasına rağmen, ana bileşenleri olan silisyum ve karbona bol miktarda rastlanmaktadır. (Yıldırım, 2002)

Silisyum (Si) ve karbonun (C) kimyasal bileşimi (SiC) olan bu malzeme, kum halinde kuartzın faz şeklinde bulunan kok kömürü ile birlikte ergimesi ile elde edilir. Alüminyum oksitten daha sert ve 2050°C sıcaklığa kadar mukavim olan bu malzeme, kırılarak çok iyi kesme özelliklerine sahip tanecikler oluşturur. (Akkurt, 2004)

Silisyum karbür; çok sert, aşındırıcı bir malzemedir. Seramik malzeme grupları içinde; yüksek aşınma direnci, düşük sürtünme katsayısı, yüksek ısıl şok mukavemeti, uygun ısıl genleşme ve iletkenlik katsayısı gibi üstün özellikleri nedeniyle, gaz tribünlerinde ve aşınmaya maruz otomobil parçalarında kullanımı büyük önem kazanmıştır. (Arpacı, Yıldırım, 2004)

Silisyum karbürün saflık oranı, elde edilen silisyum karbürün rengini etkilemektedir. Saflık; % 98,5'in altında olursa siyah, % 99'a çıkarsa koyu yeşil % 99,8'in üzerinde olursa açık yeşil rengini almaktadır. Sentetik bir malzeme olan silisyum karbürün, 1400 – 1800°C 'larda "β"

formundaki kübik, 2000°C' ların üzerinde ise, "α" formunda Hegzagonal olmak üzere iki değişik kristal yapıya sahip olduğu ifade edilmektedir. Silisyum karbür, 2500°C'da erimeden bozunduğu için, basınçsız ve katkısız, yüksek yoğunluğa sinterlenmesinin imkansız olduğu belirtilmektedir. Silisyum karbürün basınçsız sinterlenmesinde katkı malzemeleri kullanılsa dahi iç yapıda genellikle kalan % 5 civarındaki porozite, morfolojik şekil ve dağılım yapısına da bağlı olarak; mekanik özelliklerin, mukavemetin, elastisite modülünün ve sertliğin düşmesine sebep olmaktadır. (Arpacı, Yıldırım, 2004)

Silisyum karbürün en çok kullanılanı ve mühendislik uygulamalarında tavsiye edileni β-SiC'dür. (3C:kübik). Diğer bütün tipler ise (4H, 6H, 15), α-SiC kristal yapısındadır. β-SiC'nin sinterlenmesinde 2000°C'lara (yüksek sıcaklıklara) gelindiğinde, kübik kristal yapıda, hegzagonal kristal yapıya (α-SiC) dönüşüm olduğu ifade edilmektedir. (Yıldırım, 2002)

2.3 Aşındırıcı Malzemelerin Özellikleri

Aşındırıcı malzemelerin mekanik özellikleri sertlik, tokluk, aşınmaya karşı mukavemet ve kırılma kabiliyetidir. Sertlik, bir malzemenin başka bir malzemeye nüfuz etme özelliğidir. Aşındırıcı ile işlenecek malzeme arasında sertlik farkı ne kadar büyük olursa, aşındırıcı o kadar etkili olur. Tokluk, malzemenin darbelere karşı mukavemetidir. Aşınma talaş kaldırma sırasında aşındırıcı taneciğin keskin uçlarının körlenmesine neden olan, çok ince toz şeklinde parçacıkların ayrılmasıdır. Ancak, bu özellik yalnızca aşındırıcı malzemeye değil, parça malzemesine de bağlıdır. Knoop sertlik skalasına göre aşındırıcı malzemelerin sertlikleri şöyledir: Alüminyum oksit 2000, silisyum karbür 2500, kübik bor nitrür 4700 ve elmas 7000'dir. (Akkurt, 2004)

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 inch (25,4mm) boyunca 24 deliğin bulunduğu elekten geçebildikleri anlamına gelir. DIN standartına göre tanecikler: Tane boyutları 8-12 arasında bulunanlar çok kaba, 14-24 arasında bulunanlar kaba, 30-60 arasındakiler orta, 70-120 arasındakiler ince, 150-240 arasındakiler çok ince ve 280-800 arasındakiler pudra inceliğinde gibi gruplara ayrılmışlardır. Alüminyum oksit ve silisyum karbür 4-240 boyutlarında imal edilir. (Akkurt, 2004)

2.4 Aşındırıcı Malzemelerin İşletme Teknolojisi ve Kullanım Şekilleri

Aşındırıcı doğal minerallerin sertliği, kırılabilirliği, tane şekli boyutu, dilinimi, çatlak yapısı, saflığı ve homojenitesi çok önemlidir. Bazen refrakterlik de aranır. Bu mineraller kayalardan ayrılarak veya kayacın yüzeyi işlenerek kullanıma sunulur. (DPT, 2001)

Bugün aşındırıcılar bileğ ve değirmen taşı, sileks bilye, zımpara kağıdı, aşındırıcı disk, macun ve püskürtme kumu şeklinde kullanılmaktadır. Garnet ve pomza türü aşındırıcılar mobilya ve müzik enstrümanları imalatçıların çalışmaları, gümüşlerin parlatılmasında, taş yüzeylerin düzlenmesinde önemli işlev görürler. Garnet kristalleri mücevher olarak ve saat imalinde rubin kristali yerine de kullanılabilirler. Korindon samat ile birlikte eritilerek refrakter malzeme üretiminde kullanılır ve malzemeler bazı çimento fırınları için önemli olabilir. Silikon karpit hem aşındırıcı sanayinde, hem de izabede kullanılır. Refrakter olarak kullanımı da mevcuttur. (DPT, 2001)

2.5 Geleceğe Yönelik Beklentiler ve Politika Önerileri

Yapay aşındırıcılar, doğal aşındırıcı minerallerle rekabet halindedir. Suni silikon karpitler zımparaya olan ihtiyacı azaltmıştır. Fakat suni aşındırıcılar her zaman yeterli ve her amaca uygun değildir, mesela mobilyacılıkta garnetin kullanımı mümkün olmamıştır. Ayrıca doğal aşındırıcıların kendi içlerinde birbirlerinin yerine kullanımı da önem kazanmaktadır.

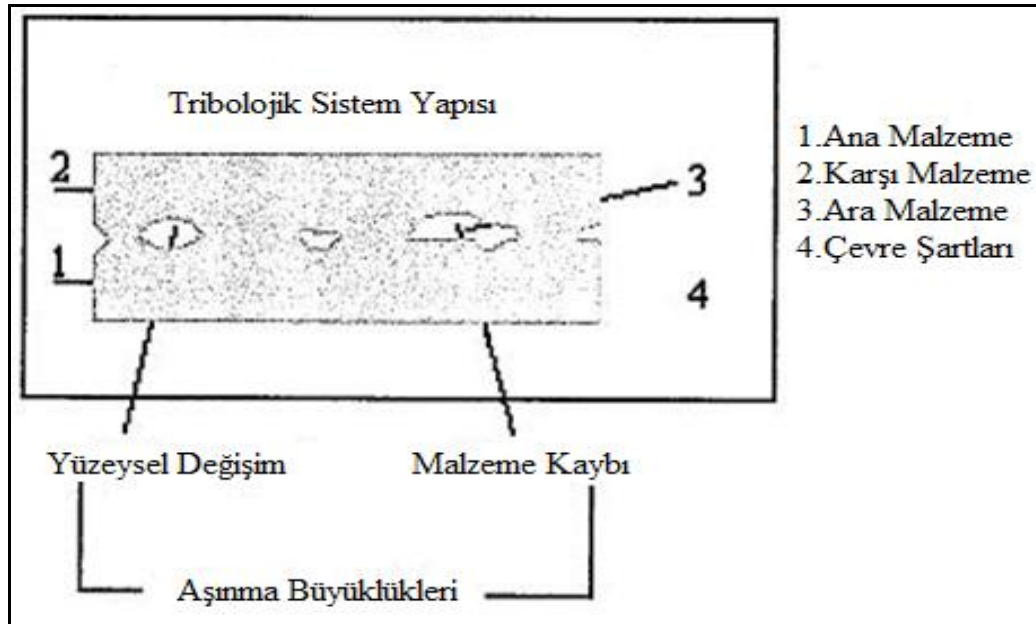
Gerek yapay, gerekse doğal aşındırıcıların sanayimiz için önemi gittikçe artmaktadır. Korindon minerali bakımından çok zengin zımparalarımızdan bu mineralin konsantre edilmesi ve aşındırıcı disk imalinde denenmesi amacıyla teknolojik araştırmalar yapılmalıdır. Ülkemiz elmas dışındaki doğal aşındırıcı mineraller bakımından zengindir. Menderes masifindeki diasporitlerin rezervleri konusunda uzmanlarımızın verdiği rakamlar ile 70 milyon ton arasında değişmektedir. Bunlara dayalı bir alüminyum fabrikası kurulması projesi rezervlerin dağılımı nedeniyle durdurulmuştur. Zımpara ve diasporit yataklarının, bu amaç da göz önünde tutularak plan döneminde yeniden ele alınması gerekmektedir. (DPT, 2001)

3. AŞINMA

Aşınma, katı cisimlerin yüzeylerinden mekanik etkenlerle mikro taneciklerin kopup ayrılması, sürekli malzeme kayıplarının ortaya çıkması ve istenmeyen yapı değişikliğinin oluşması şeklinde tanımlanmaktadır. (Bilici, 2004).

Aşınma için birçok tanım yapılmakla birlikte DIN 50320' ye göre aşınma; “Kullanılan malzemelerin başka malzemelerle (katı, sıvı, gaz) teması neticesinde mekanik etkenlerle yüzeyden küçük parçacıkların ayrılması sonucu meydana gelen istenmeyen yüzey bozulması” şeklinde tanımlanmaktadır. Aşınma sonucunda malzeme kayıplarıyla birlikte makine parçası üzerinde hasarlar meydana gelir. Bu aşınma hasarları önemli ölçüde maddi kayıplara neden olabilmektedir. (Karabaşoğlu, 2008)

Aşınma olayında beş unsur vardır. Bunlar; ana malzeme (aşınan), karşı malzeme (aşındıran), ara malzeme, yük ve harekettir. Ayrıca sıcaklık faktörü de altıncı parametre olarak değerlendirilebilir. Bütün bu unsurların oluşturduğu sistem, teknikte tribolojik sistem olarak adlandırılır. (Bilici, 2004)



Şekil 3.1 Bir tribolojik sistemin şematik olarak gösterilimi. (Bilici, 2004)

Aşınan malzeme ve aşındıran malzemeler “aşınma çifti” olarak tanımlanmaktadır. Aşınma çifti ile ara malzemeye de beraberce “aşınma kombinasyonu” denilmektedir. Aşınma çifti ile ara malzeme, sert taneli sıvı, gaz ve buhar halinde olabilir. Aşınma sırasında oluşan aşınma parçacıkları da ara malzeme gibi etki yaparak aşınma olayına katılırlar. (Karabaşoğlu, 2008)

3.1 Aşınmayı Etkileyen Faktörler

Aşınmayı etkileyen çeşitli faktörler sistemin durumuna, kullanılan yere göre değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu faktörleri inceleyecek olursak;

3.1.1 Malzeme Seçimi

Çoğu zaman aşınma olayı malzeme seçimiyle yakından ilgilidir. Malzeme seçimi doğru yapılmadığında beklenen performans elde edilemediği gibi, maddi kayıplara da sebep olabilmektedir.

3.1.2 Sürtünme

Birçok araştırmacı sürtünme ile aşınma arasındaki ilişkiyi göz önüne almamıştır. Fakat bazı metallerde sürtünme katsayısı düşük olmasına karşın, büyük oranlarda aşınma oluşabilmektedir. Bununla birlikte sürtünme katsayısının yüksek olduğu bazı durumlarda aşınmanın çok az olduğu görülebilmektedir.

3.1.3 Yüzeğe Uygulanan Yük

Yüzeğe uygulanan yük ile aşınmanın, çok zaman doğru orantılı olarak arttığı deneysel çalışmalarla gözlenmektedir.

3.1.4 Sürtünme Mesafesi

Sürtünme mesafesinin artması ile birlikte aşınma miktarında zamana bağlı olarak artış gözlenmektedir.

3.1.5 Yüzey Sertliği

Yüzey sertliği aşınmayı etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Yüzey sertliği artırılarak aşınma azaltılabilir veya aşınmadan kaynaklanan yüzey deformasyonu sabit tutulabilir.

3.1.6 Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü 10 ila 70 µm arasında olmalıdır. Eğer yüzey çok temiz ise yüzeyler arasında soğuk kaynak oluşumu artar. Yüzey kaba olarak işlenmiş ise bu da aşınmanın daha fazla artmasına sebep olur.

3.1.7 Yağlama

Aşınmaya karşı önleyici önlemlerden biri de yağlamadır. Sürtünen yüzeyler arasındaki yağlama ile metal teması ve soğuk kaynaklanma önenebilir. (Karabaşoğlu, 2008)

3.2 Aşınma Türleri ve Mekanizmaları

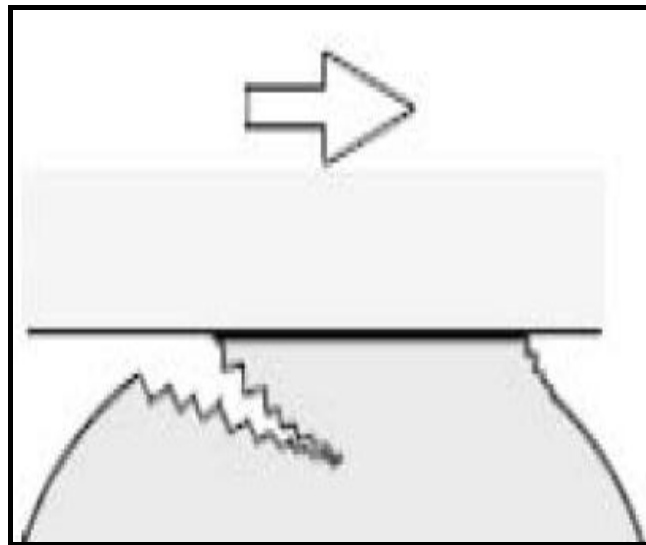
Aşınma, katı yüzeylerden olan malzeme azalması, malzeme kaybı ya da bu yüzeylerin kullanılmaz hale gelmesidir. Aşınma nedeniyle ülke ekonomileri açısından, büyük ölçüde madde ve enerji sarfiyatı olmaktadır. Aşınma türleri ve mekanizmaları bilgisi, bu kayıpları asgariye indirmede önemli bir rol oynayacaktır. [1]

Aşınma olayını meydana getiren unsurların farklı durumlarına göre değişik kombinasyonları, değişik aşınma tiplerinin ortaya çıkmasına neden olur. Aşınma malzemelerin cinsi, yağlayıcı tipi, sıcaklık, yük, malzemenin işlenme şekli ve sertlik gibi parametrelerin değiştirilmesinden etkilenmektedir.(Eyre, 1991)

Makine elemanlarında en sık karşılaşılan aşınma türleri adhesiv, abrazif, yüzey yorulması ve erozyon aşınmasıdır. Bu sınıflandırma, aşınan yüzeye gelen yük, aşındırıcı parçacığın boyutu ve türü, temas şekli ve temas geometrisi gibi etkenler dikkate alınarak yapılmıştır. [1]

3.2.1 Adhesiv Aşınma

Bu tür aşınma iki malzemenin birbirini üzerinde hareket etmesi sırasında yapışması ve kayması sonucunda küçük parçacıkların ayrılmasıyla oluşmaktadır. Teorik olarak, malzeme yüzeyinde bulunan düzensizlikler sebebiyle birbirine temas etmekte olan iki yüzey arasında uygulanan yüke bağlı olarak birçok noktada temas gerçekleşir. (Bilici, 2004) Bu aşınmada, birbirleriyle temas halinde bulunan iki metalin yüzeyleri arasında yüksek basınç ve sıcaklık yükselmesinden dolayı kaynama meydana gelir. Çalışma esnasında bu kaynaklar birbirinden ayrılırken yüzeylerinden ufak parçacıklar kopar. Bu şekilde oluşan aşınma adhesiv aşınmadır. (Demirel, 2005)

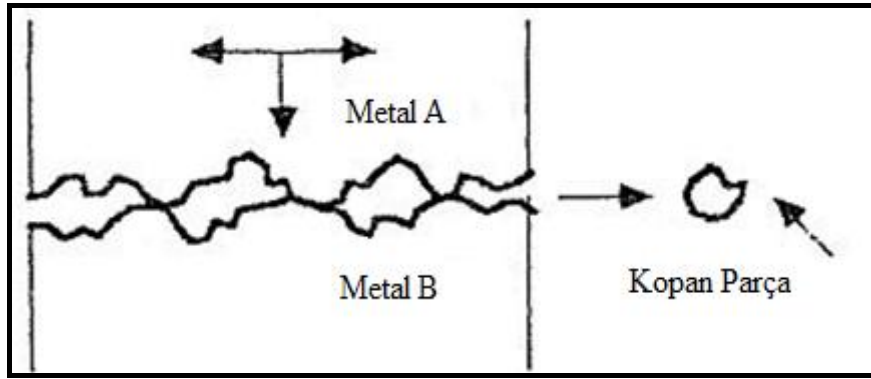


Şekil 3.2 Adhesiv aşınma. (Karabaşoğlu, 2008)

Çalışmalar adhesiv aşınmanın bazı genel özelliklerinin çıkartılmasında faydalı olmuştur. Bunlar;

1. Aşınma miktarı, normal yük ile orantılıdır.
2. Aşınma miktarı, kayma mesafesi ile orantılıdır.
3. Aşınma miktarı, aşınan yüzeyin sertliği ile orantılıdır.

Bu çalışmalar, gösterilen parametrelerin değiştirilmesine bağlı olarak, birçok aşınma probleminin çözülebileceğini göstermektedir. Metalografik çalışmalar sonucunda belirlenen özelliklerden biri de malzeme taşınımının, yumuşak metal yüzeyinden sert olan metal yüzeyine doğru olmasıdır. İki metalin sürtünmesi esnasında yüzeyden parça kopması şekil 3.3 'te görülmektedir. (Bilici, 2004)



Şekil 3.3 Metal-metal sürtünmesi esnasında yüzeyden parça kopması. (Bilici, 2004)

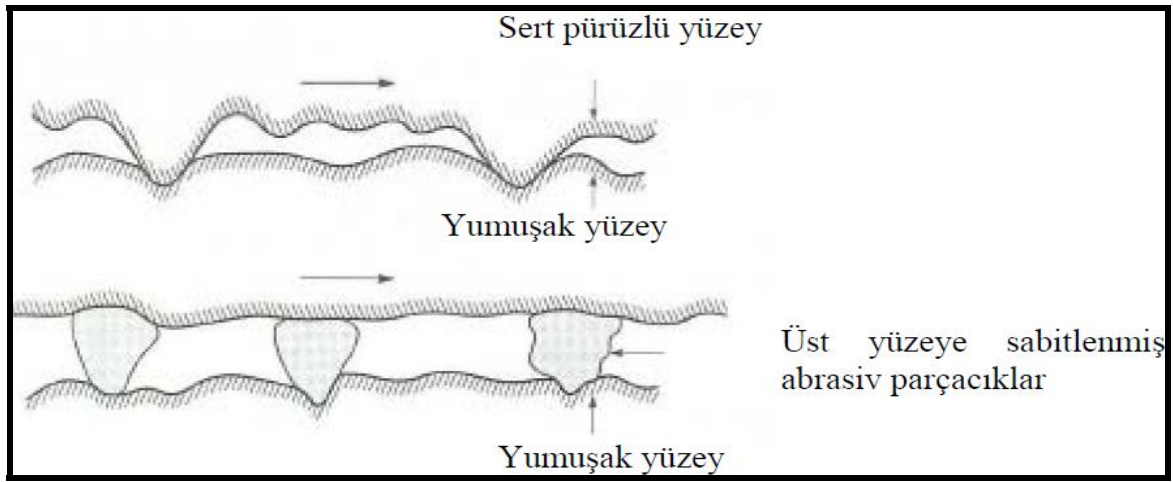
3.2.2 Abrazif Aşınma

Çok hızlı bir şekilde gelişen, etkisini anında belli eden, çok yüksek aşınma hızına sahip olan ve sistemin hasarına sebep olacak şekilde gelişen bir aşınma türüdür. Abrazif aşınma iki yüzeyden birinin çok sert ve yüzeyin pürüzlü olduğu şartlarda oluşan bir aşınmadır. Benzer davranış çok sert partiküllerin daha yumuşak bir yüzeye batmasıyla da görülmektedir. Etki, yumuşak malzemenin üzerinde gelişen belirgin çizikler şeklinde ortaya çıkmaktadır. Aşınma etkisi sert partikülün, yumuşak malzemenin yüzeyinden parça kopararak uzaklaştırılmasıyla olur. Parçanın kopması sırasında yapışmanın olmadığı bir sistemle gerçekleşmektedir. Yüzeyden malzeme kaybının çok hızlı geçtiği bir aşınma mekanizmasıdır. (Bilici, 2004)

Genel olarak abrazif aşınma türleri üç ana grupta toplanmaktadır. Bunlar; oymalı sürtünme aşınması, öğütmeli sürtünme aşınması ve erozyondur. Birçok karakteristik açıdan bu aşınma türlerinin birbirlerine benzemelerine rağmen, tek tek incelendikleri zaman, birbirlerinden önemli farklılıklar sergiledikleri görülür. (Bilici, 2004)

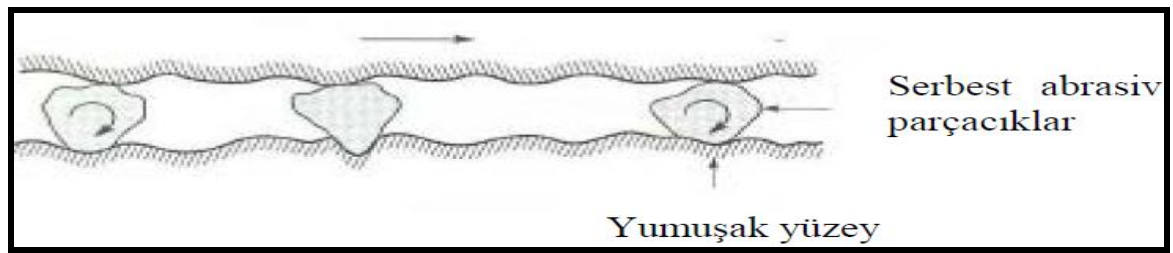
Birbiri üzerinde kayan yüzeyler arasında sert ve pürüzlü yüzey veya partiküllerle sistemi hasara uğratan bir aşınma türüdür. Abrazif aşınma için iki genel durum vardır. Birinci durumda sert yüzey iki sürtünen yüzeyin daha sert olanıdır (iki elemanlı abrazyon). (Karabaşoğlu, 2008)

Sürtünen yüzey çiftlerinin dışında üçüncü bir elemanın serbest aşındırıcı olarak yüzeylerin arasında bulunması ve kazıyıcı etki yapması “üç elemanlı abrazyon” olarak adlandırılır. Abrazif aşınma dayanımı sertlikle doğru orantılı olarak değişmektedir. Bu sebeple abrazif aşınma dayanımını artırmanın en etkili ve ekonomik yolu, uygun yüzey sertleştirme tekniklerinin kullanılmasıdır (Moore, 1974)



Şekil 3.4 Pürüzlü sert bir yüzey veya abrazif parçacıkların bir yüzeye yapışık olması.

(Karabaşoğlu, 2008)



Şekil 3.5 Yüzeylerden en az birinden daha sert abrazif parçacıkların iki yüzey arasında sıkışması. (Karabaşoğlu, 2008)

Aşınma oranı, tortu, kirlilik ve hareket eden parçacıkların abrazif özellikleriyle ilgilidir. Aşınma, abrazif parçacıkların oranına, şekillerine, sertliklerine, dinamik mukavemet ve aşınmaya maruz kalan malzemelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. (Demirel, 2005)

Bir malzemenin diğeri bir malzeme tarafından önemli ölçüde aşındırılabilmesi için, ikinci malzemedeki çok daha yumuşak olması gerekir. Bu sebeple abrazif aşınmayı minimuma indirmek için aşınmaya uğrayan malzemenin diğeri malzemeye göre çok daha sert olması istenir. Bu özellik değişik metotlarla sağlanabilir. Bunlar;

1. Alaşımlama ile malzemelerin sertlikleri iyi bir şekilde artırılabilir.
2. Isıl işlem uygulamaları malzemelerin sertliklerini önemli ölçüde değiştirebilir.
3. Malzemelerin yüzeylerine dışarıdan müdahale ederek sert yüzey tabakası oluşturulabilir. (Demirel, 2005)

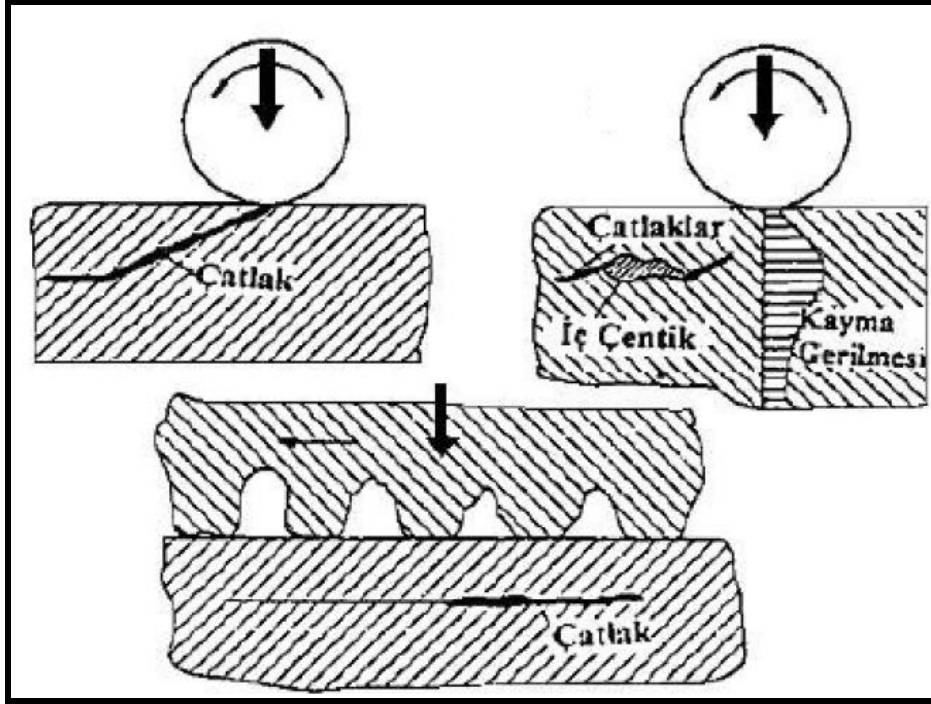
3.2.3 Yüzey Yorulması

Yüzey yorulması; yüksek basınç altında çalışan parçalarda fazla sayıda yük tekrarlarının ardından, ya yüzey altında gelişen çatlakların yüzeye doğru büyümesi ya da yüzeydeki çatlakların gelişip yüzey altındaki çatlaklarla birleşmesi sonucu yüzeyden malzeme parçacığının kopup ayrılması ile oluşan bir aşınma şeklidir. (Karabaşoğlu, 2008)

Makine parçalarında tekrarlanan yüklere maruz kalmaları veya düşük genlikli titreşimden dolayı yorulma meydana gelir. Özellikle yüzeylerin sürekli ve değişken yüklere maruz kalmaları, yüzeyin hemen altında yorulma çatlakları oluşmasına neden olur. Bu mikro çatlaklar zamanla ilerleyerek, malzemenin yüzeyinden pulcuk şeklinde parçaların kopmasına sebep olur. Bu şekilde meydana gelen aşınmaya yorulma aşınması denir. (Demirel, 2005)

Bu aşınma şekli bir iz üzerinde tekrarlanan kayma veya yuvarlanma sırasında gözlenir. Malzemelerin maruz kaldıkları tekrarlanan yüklenme ve boşalma, yüzey ya da yüzey altı çatlakları oluşturabilir. Bunun sonucunda yüzeyde iri parçalar oluşumu ile kırılma olabilir ve bu parçalar yüzeyde büyük çukurlar bırakabilirler. Benzer bir aşınma şekli de iri parçalar halinde kırılan gevşek malzemelerde görülür. (Bilici, 2004)

Yorulma aşınmasına pitting te denilmektedir. Genellikle dişli çark mekanizmaları, araçların kam mili mekanizmaları, rulmanlı yataklarda, demir yolu raylarında, soğuk ve sıcak haddelemede, sirkülasyon pompaları gibi makine elemanlarında görülmektedir. (Karabaşoğlu, 2008)



Şekil 3.6 Yorulma aşınması oluşum mekanizması. (Karabaşoğlu, 2008)

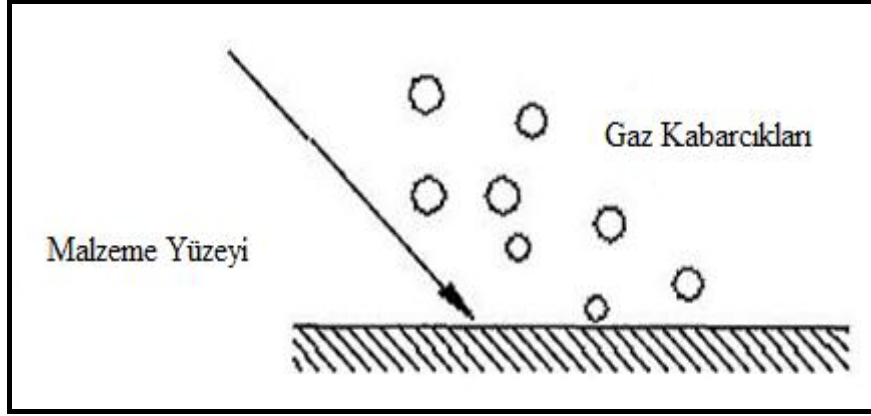
3.2.4 Erozyon Aşınması

Bir sıvı ya da gaz akımı tarafından taşınan farklı geometrik boyut ve yapıdaki taneciklerin, temasta buldukları katı yüzeylerinde sürekli darbe etkisi yaparak oluşturdukları hasar erozyon aşınması olarak tarif edilmektedir. (Karabaşoğlu, 2008)

Sert partiküllerin bağıl hareketleri katı yüzeye paralel olduğunda aşınma, abrazif erozyon olarak adlandırılır. Sert partiküllerin bağıl hareketleri yüzeye dik olduğunda aşınma, çarpma erozyonu olarak adlandırılır. (Halling, 1976)

Aşındırıcı parçaların hızı, şekli, büyüklüğü, sertliği ve çarpma açısının değeri erozyon aşınma mekanizmasını etkileyen önemli faktörlerdir. (Demirel, 2005)

Sıcaklık ve akış hızı arttıkça, aşınma hızlanır. Akış halindeki sıvılarda ani basınç düşmesi ile oluşan gaz kabarcıkları da aşınmaya sebep olur. Bu tip aşınmaya örnek olarak, gemi pervanelerinde çok sık rastlanan aşınma verilebilir. Bu gaz kabarcıklarının malzeme yüzeyine çarparak oluşturduğu aşınmaya kavitasyon aşınması da denilmektedir. (Bilici, 2004)

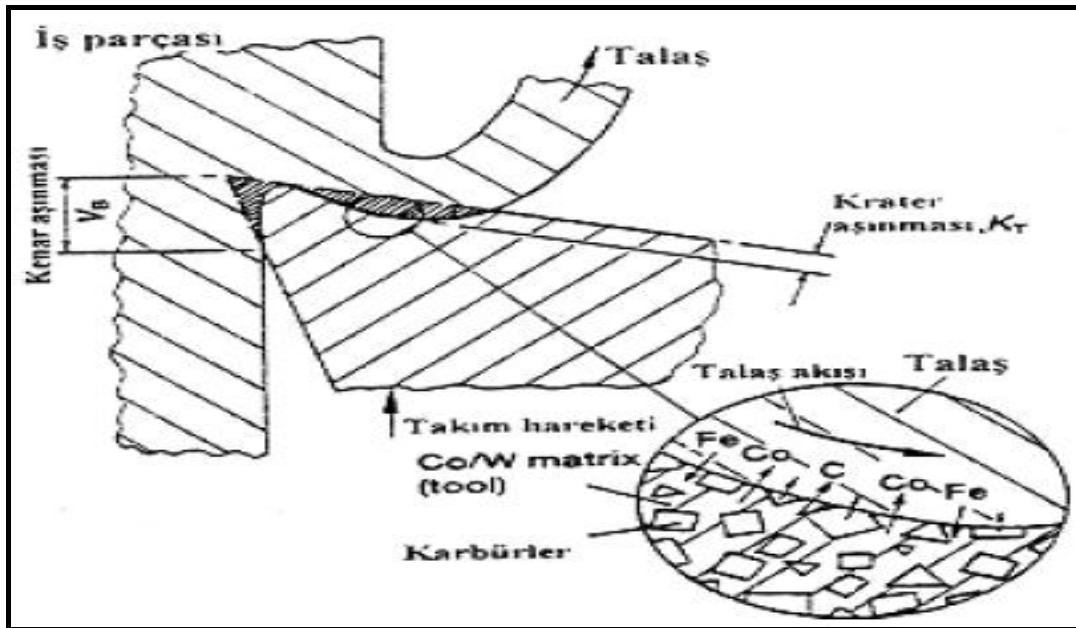


Şekil 3.7 Erozyon aşınmasının şematik gösterilişi. (Bilici, 2004)

3.2.5 Difüzyon İle Aşınma

Difüzyon aşınmasında, talaş kaldırma işlemi esnasında oluşan kimyasal yükler daha etkilidir. Takım malzemesinin kimyasal özellikleri ve takım malzemesinin iş parçasıyla olan birleşme eğilimi, difüzyon aşınma mekanizmasının oluşmasını belirleyecektir. Tungsten karbür ve çelik birbirine karşı difüzyon aşınma mekanizmasının oluşmasına sebep olan birleşme eğilimine sahiptirler. Bu aşınma sonucunda takımın talaş yüzeyinde krater oluşması söz konusudur. Mekanizma daha çok sıcaklığa bağlıdır ve bu sebeple yüksek kesme hızlarında daha büyüktür.

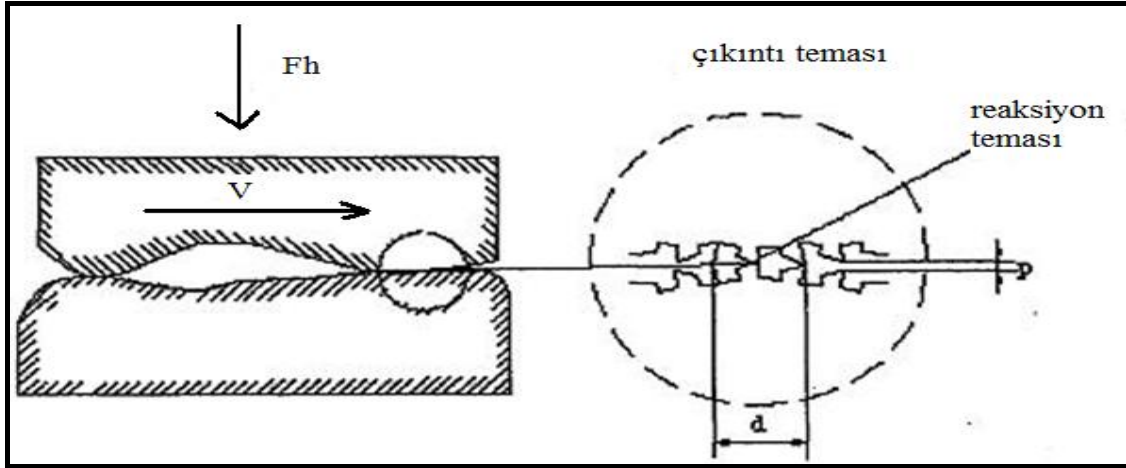
Difüzyon aşınması, karbonun talaşa difüzyonu ve takım içine çelikten demir transferi şeklinde meydana gelmektedir. (Şekil 3.8)



Şekil 3.8 Karbür takımlarda krater oluşumu ve difüzyon mekanizması. (Şahin, 2001)

3.3 Korozyon Aşınması

Şimdiye kadar anlatılan aşınma mekanizmalarında aşınma olayı, birbirleriyle temas halinde bulunan yüzeylerdeki karşılıklı etkileşime ve buna bağlı olarak oluşan plastik deformasyon sonucunda gerçekleşmekteydi. Korozif aşınma olayında ise, çalışma ortamıyla parça yüzeyleri arasındaki etkileşim etkin rol oynamaktadır. Korozif aşınmada, aşınma olayı iki kademede gerçekleşmektedir. Bu durum Şekil 3.9 'da belirtilmiştir. (Bilici, 2004)



Şekil 3.9 Korozif aşınma mekanizması. (Bilici, 2004)

1. Temas halindeki yüzeyler ortamla reaksiyona girerler ve yüzeyde reaksiyon ürünlerinden oluşan bir tabaka meydana gelir.
2. Daha sonra, temas noktasında çatlak oluşumu veya abrazyon etkilerinden dolayı reaksiyon tabakası hasara uğrar. (Bilici, 2004)

Korozyon aşınması, düşük ve yüksek korozyon aşınması olarak iki şekilde gerçekleşir. Metalik malzemeler içerdikleri alaşım elementlerinin miktarına bağlı olarak yüzeylerinde 0,1 mikron kadar doğal bir oksit tabakası bulunur. Bu tabaka sayesinde korozif ortamlara karşı direnç gösterirler. Aşındırıcı ortam tarafından metal yüzeyine uygulanan tekrarlı darbeler esnasında yüzeyden malzeme ile beraber oksit tabakası da kalkar. Tekrarlı darbelerin sıklığından veya koruyucu tabakayı oluşturan elementin alaşım içinde zamanla tükenmesinden dolayı oksit tabakası tekrar şekillenmez duruma gelir. Korozyonun beraber geliştiği ve korozyonun aşınma hasarına katkıda bulunduğu bu olaya düşük sıcaklık korozyon aşınması denir. Yüksek korozyon aşınmasına; kimya, maden ve metalürji sektörleri, nükleer reaktörler, dizel motorlar ve birçok sanayi alanında karşılaşılmaktadır. Metalik malzemeler birçok uygulamada yüksek sıcaklıklarda korozif ortamlara maruz kalırlar ve malzemenin korozyon direnci bu ortamlardan etkilenir. (Karabaşoğlu, 2008)

3.4 Aşınmanın Azaltılması İçin Gerekli Önlemler

1. Aşınmaya dayanıklı malzeme seçimi; parçanın çalıştığı ortamdaki mevcut aşınma türü ve şiddeti belirtilerek yapılmalıdır.
2. Parça geometrik olarak, aşınmayı en aza indirecek şekilde tasarlanmalıdır.
3. Yalnızca aşındırıcı ortamla temas halindeki yüzeyler veya tüm yüzey alanı, esas malzemenin özelliklerinden daha üstün özelliklere sahip ve mevcut aşınma türüne daha dayanıklı bir malzeme ile kaplanmalıdır.
4. Parçanın tamamının aşınmaya dirençli malzemeden üretilmesi yerine, maliyeti azaltmak açısından yalnızca aşınan yerlerin aşınmaya dirençli malzemelerden üretilmesi daha uygun olacaktır.
5. Parçanın üretim aşamasında herhangi bir imalat hatasına (gözenek, curuf, çatlak, kalıcı çekme gerilmeleri, istenmeyen mikro yapı, yüksek yüzey pürüzlülüğü vb.) yer verilmemelidir.
6. Parça, dayanım limitlerini aşan yükleme koşullarında (yüksek basınç, yüksek sıcaklık ve yüksek hız vb.) kullanılmamalıdır.
7. Bir yağın viskozitesi sıcaklığa göre değişir. Viskozite indeksi büyük olan yağlar, sıcaklıkla özellikleri daha az değişim gösteren yağlardır. Yağlayıcı ile çalışan ortamlarda yüksek viskozite değerli ve yüksek basınca dayanıklı yağlar (fosfor ve kükürt katkılı) kullanılarak yağ filminin çabuk bozulması önenebilir. Bununla birlikte, katkılı yağların oksidasyon aşınmasını artırıcı bir rol oynadığı da düşünüldüğünde malzeme seçiminde daha dikkatli olunmalıdır.
8. Soğutucu seçimi parçanın çalışma ortamına uygun biçimde olmalıdır.
9. Yağlayıcı ve soğutucu uygun bir filtreleme işleminden geçirilmeli, içindeki aşındırıcı partiküllerin sisteme tekrar girmesine engel olunmalıdır.
10. Yağlayıcının kontrolleri düzenli olarak yapılmalı ve en düşük kullanım limiti belirlenerek belli aralıklarla yenilenmelidir.
11. Sürtünme elemanları malzeme açısından birbirine uygun seçilmelidir. Özellikle korozyon aşınmasına maruz kalan parçalarda, parçanın üzerindeki korozyon tabakalarının belli aralıklarla yapılan temizlik işlemleriyle kaldırılması, parçanın ömrünü artırıcı rol oynayacaktır. (Karabaşoğlu, 2008)

4. DÖKME ÜRÜNÜNÜN YÜZEY BİTİRME İŞLEMLERİ

Takı ve mücevher ürünlerinin imalatında son aşama yüzey bitirme işlemidir. Yüzey bitirme işleminin kalitesi ürünün ticari başarısı üzerinde son derece etkilidir. İmalatın bu son aşamasının ne kadar önemli olduğu bilindiği halde kimi zaman gereken ilgi gösterilmez. (Faccenda, 1999)

Otomatik yüzey bitirme tekniklerinin kökeni geçmişe uzanmaktadır: Antik Romalılarca, silahların ve zırhların düşmana daha korkutucu görünmesi amacıyla parlatılmasında kullanılmıştır. Bu yöntem modern tamburcuların ataları olan Çinliler tarafından 1400 yıl önceden beri kullanılıp çok iyi bilinmektedir. (Faccenda, 1999)

Günümüzde kullanılmakta olan yüzey bitirme teknikleri kavramsal açıdan eskiden kullanılan yüzey bitirme teknikleriyle benzerlik içerisindedir. Ancak modern teknoloji kesme ve parlatma için kullanılan aşındırıcıları oldukça geniş bir yelpazede kullanıcının hizmetine sunmaktadır. Dinamiklerle ve sürecin kinematığıyla ilgili bilgi, takılar ve yüzey bitirme işleminde kullanılan aşındırıcılar arasındaki karşılıklı teması kolaylaştırıp daha verimli hareket sağlayıp, işleme süresinde kayda değer azalma sunar. Böylece yüzey bitirme işleminde kullanılan aşındırıcıların hareket kombinasyonunda daha fazla derinliğe olanak sağlar. Sürekli olarak artan işgücü maliyetleri, bununla bağlantılı insan gücündeki azalma eğilimi ve piyasadaki yüksek kaliteli mallara olan talep, takı ve mücevher imalatında otomatik yüzey bitirme işleminin uygulanmasını daha da ilgi çekici hale getirmektedir. (Faccenda, 1999)

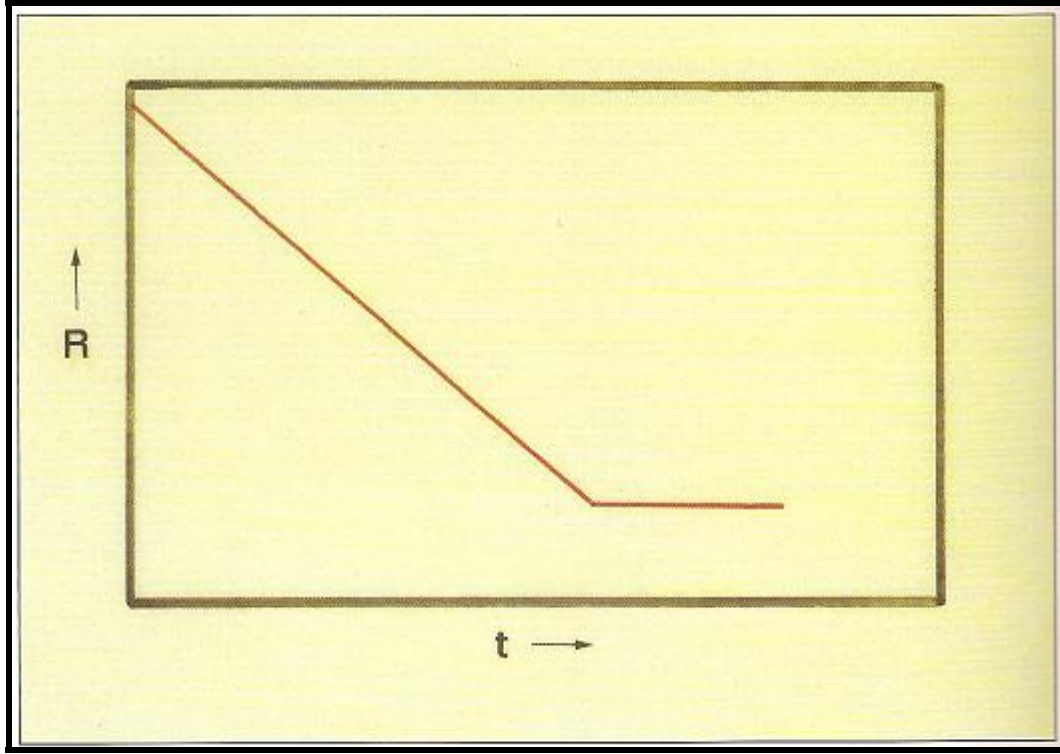
Otomatik yüzey bitirme işleminde meydana gelen yenilikler sürekli karşımıza çıkmıştır ve çoğu sistem ticari olarak alıcıya sunulmuştur. Her fabrika üretim kapasitesine ve piyasadaki konumuna daha uygun türde yüzey bitirme teknikleri seçebilir. (Faccenda, 1999)

Öncelikle iki konunun belirtilmesi gereklidir: Birincisi, tek bir seferde mükemmel yüzey bitirme işlemi elde edilen bir harikalar fabrikası yoktur. İkincisi, en incelikli yüzey bitirme işlemi araç-gereçleriyle bile, düşük kalitedeki bir dökümden iyi bir mamul elde edilmesi oldukça düşük bir olasılıktır. (Faccenda, 1999)

4.1 Genel İlkeler

Yüzey bitirme işleminin en iyi hale getirilip değerlendirilebilmesi için, yüzey pürüzlülüğünün uygulama süresinin bir fonksiyonu olarak denetlenmesi gereklidir. Yüzey bitirme işlemi için kullanılacak olan her aşındırıcı ve her tanecik büyüklüğü aşılama, minimum bir yüzey

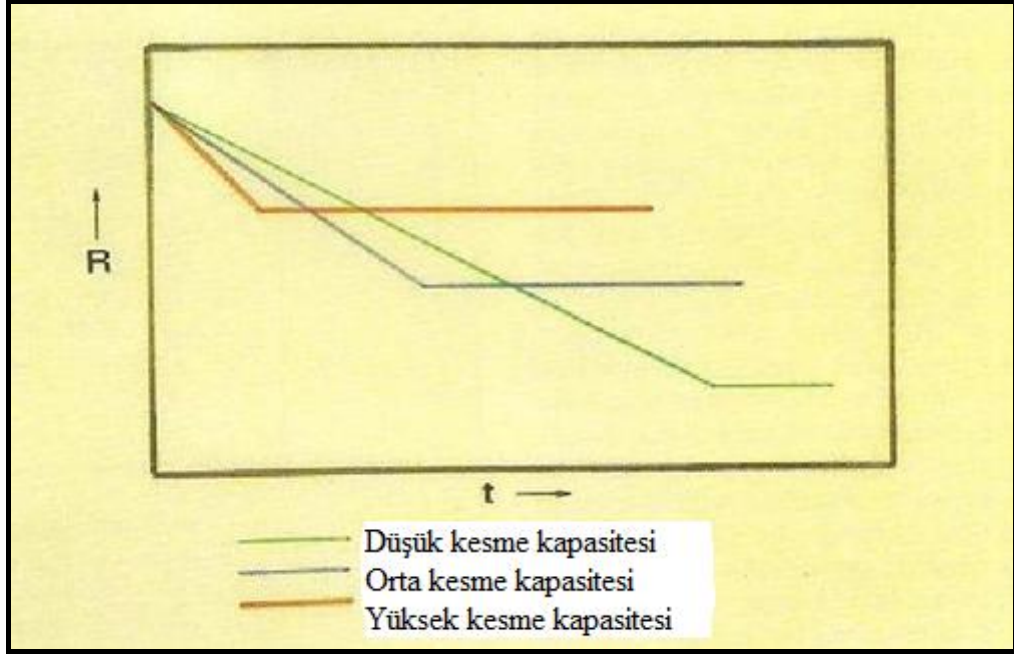
pürüzlülük değerinin elde edilmesine olanak tanır. (Faccenda, 1999)



Şekil 4.1 Yüzey pürüzlülük- aşındırma işleminde geçen zaman. (Faccenda, 1999)

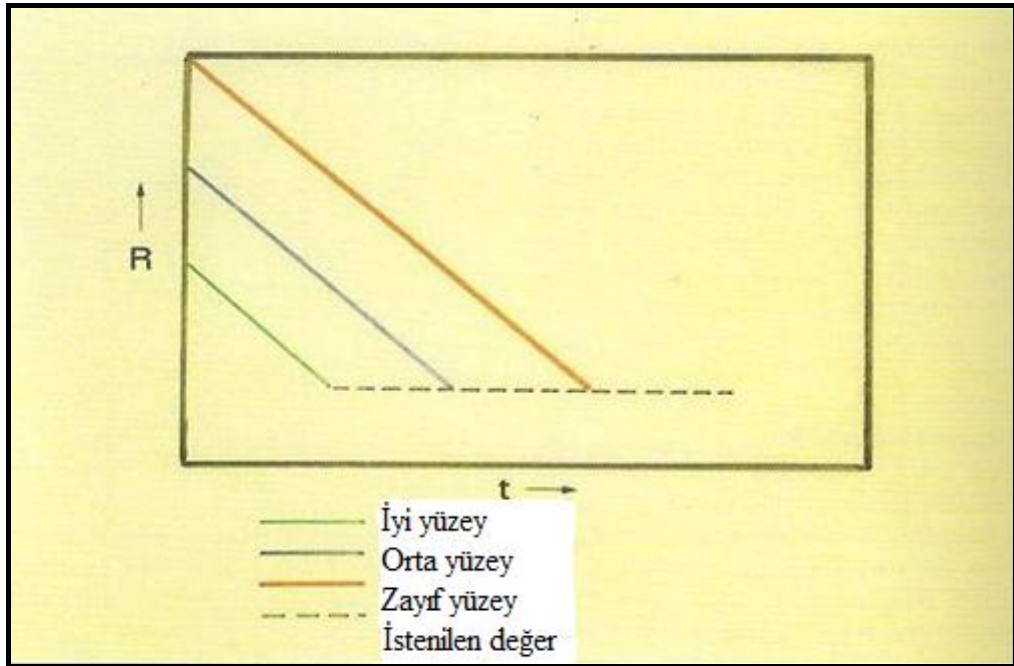
Yüzey bitirme işlemi için kullanılacak olan aşındırıcı sayesinde minimum yüzey pürüzlülük değerine ulaşıldıktan sonra, sürecin devamında yalnızca yüzey bitirme işlemi uygulanan parça üzerindeki ince ayrıntıların biraz daha yok edilmesi sağlanır. Bu da muhtemelen farklı işleme süreleri gerektiren, çok farklı özelliklere sahip takıların (şekil, boyut, vs.) aynı şarjda yüklenmemesi gerektiği anlamına gelir. Belli bir işleme süresinin ardından, bazı takılara yüzey bitirme işlemi yapılamamışken, bazılarının ise yüzey bitirme işleminin son aşamasına çoktan girmiş olmaları riski söz konusudur. (Faccenda, 1999)

Şekil 4.2' de yüzey bitirme işlemi için kullanılan farklı aşındırıcılarla elde edilen farklı sürelerdeki yüzey pürüzlülük mertebeleri gösterilmektedir. İyi bir yüzey bitirme işlemi için gerekli olan süre, ardı ardına farklı niteliklere sahip aşındırıcı kullanımı ile kayda değer oranda azaltılabilir. (Faccenda, 1999)



Şekil 4.2 Farklı aşındırıcılar kullanılarak elde edilen farklı sürelerdeki yüzey pürüzlülük mertebeleri. (Faccenda, 1999)

Yüzey bitirme işlemi için kullanılacak olan aşındırıcı ve ekipmanın yanında daha iyi sonuçlar elde etmek için arındırıcı, asitli ya da belli kullanımlar için özel olabilen, uygun kimyasal çözeltiler eklenebilir. İşleme süresi, ekipman ve yüzey bitirme işlemi için kullanılacak olan aşındırıcılardan bağımsız olarak, her zaman başlangıçtaki yüzey pürüzlülük değerinin etkisi altındadır. (Şekil 4.3) (Faccenda, 1999)



Şekil 4.3 Başlangıçtaki yüzey pürüzlülük değerinin işleme süresine etkisi. (Faccenda, 1999)

Yüzey bitirme işleminde kullanılan makineyi yönlendiren operatör sık sık göz ardı edilen, fakat büyük önem taşıyan bir faktördür. Kararları aygıt, yüzey bitirme işlemi için kullanılacak olan aşındırıcılar ya da yüzey bitirme işlemi yapılacak olan nesne almaz, operatör alır. Yüzey bitirme işleminin test ve optimizasyon aşaması sırasında yüzey bitirme işlemi yapılacak olan asıl nesnelere için en iyi işleme koşullarının bulunması amacıyla, dikkatli bir biçimde bir dizi testin gerçekleştirilmesi her zaman gereklidir. Yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan farklı aşındırıcı türleri, oranları, işleme süreleri ve eklenen çözeltiler test edilmelidir. Bir problem oluşması durumunda, operatör de dahil olmak üzere, işlem değişkenlerinin dikkatli bir denetime tabi tutulması gereklidir. (Faccenda, 1999)

1995 yılında Santa Fe Sempozyumu'nda sunulan bir makalede, Schwabisch Gmünd'de bulunan, Alman Kıymetli Madenler Enstitüsü'nde, yüzey bitirme işleminin malzeme yüzeyine etkileriyle ilgili olarak gerçekleştirilen deneysel araştırma çalışmasının sonuçları sunuldu. Bu makalede, söz konusu parçalar yüzey bitirme işlemi uygulanmadan önce mümkünse sertleştirme ısıl işleme tabi tutulduğu takdirde en iyi ve aynı şekilde tekrarlanabilir sonuçların elde edildiği ortaya konmuştur. Ayrıca yüzey bitirme işlemi uygulanırken, sadece yüzeye soğuk işlem uygulanabilmesini sağlamakla kalmadığı, aynı zamanda yüzeyin kimyasal bileşiminde de, renk değişimleriyle sonuçlanan değişiklikleri ortaya çıkardığı gösterilmiştir. (Faccenda, 1999)

Araştırmada, farklı laboratuvarlarda otomatize edilmiş yüzey bitirme işlemleri üzerine deneyler yapılarak elle yüzey bitirme işlemi yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Aynı şekilde en tekrarlanabilir sonuçlar elle yüzey bitirme işlemi yönteminde elde edilmiştir. Bazı durumlarda, otomatize edilmiş yüzey bitirme işlemleri marifetli bir ustanın elle işlemesi aracılığıyla elde edilebilen düzeylerle karşılaştırılabilecek, nihai yüzey pürüzlülük değeriyle sonuçlanmıştır. İyi sonuçları elde etmek için, otomatik yüzey bitirme işlemlerinin dikkatli bir programlama gerektirdiği görülmektedir. Fakat son bir el dokunuşuyla düzeltmek yine de uygun olur. (Faccenda, 1999)

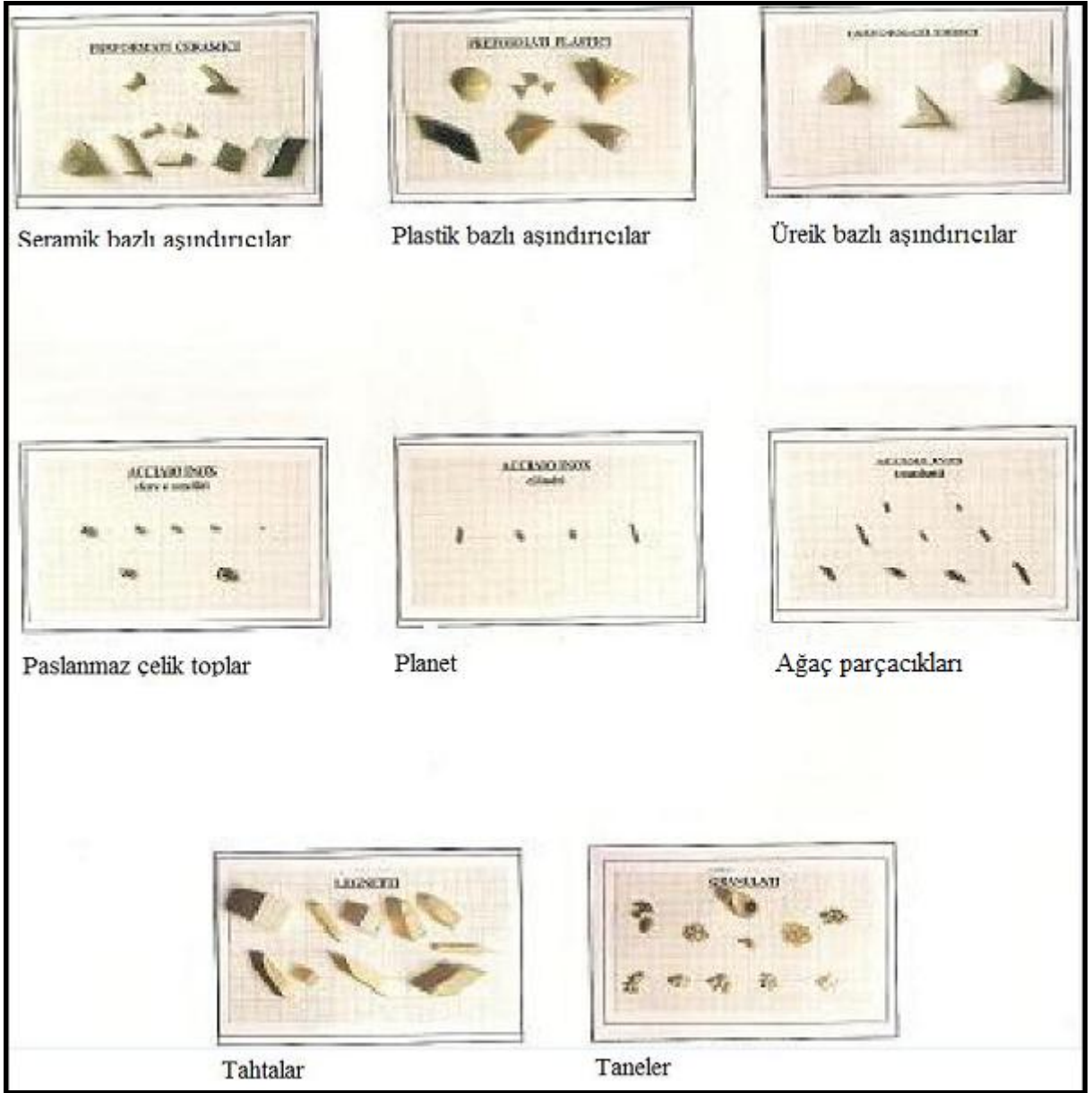
Daha önce söylendiği üzere, gözlenen renk değişimleri alaşımı oluşturan elementlerin yüzdelilerindeki değişimlerle ya da yüzey bitirme işlemi için kullanılan aşındırıcıların yarattığı kirlilikle meydana gelen yüzey kimyasal bileşimiyle bağlantılıdır. Alaşımdaki elementlerin konsantrasyonlarındaki değişikliklerle bağıntılı etkiler yüzey bitirme işlemi için kullanılan çözeltilerde bulunabilir. Bu etkiler özellikle elle yüzey bitirme işleminden daha uzun süreler gerektiren otomatik yüzey bitirme işleminin akabinde gözlemlenmiştir. Bu olgular, son bir el dokunuşuyla kolayca düzeltilebilecek, aşırı derecede ince bir tabakayı içerir. (Faccenda, 1999)

4.2 Yüzey Bitirme İşlemi İçin Kullanılan Aşındırıcılar

Yüzey bitirme işlemi için kullanılan aşındırıcıların görevi, yüzey pürüzlülüğünü aşındırıcı bir etki ya da şekilsel deformasyon yoluyla kontrol edip takıları parlatarak onlara gereken parlaklığı sağlamaktır. Yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılar, çökme sorunlarından kaçınmak amacıyla işlenen takılardan kolayca ayrılabilir ve aşınmaya dayanıklı olmalıdır. Yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılar, malzemelerin yok edilmesi ya da yüzeyde hafif şekilsel deformasyonla işleyebilir. (Faccenda, 1999)

Yavaş bir aşındırma işlemi ile aşındırıcılar takıyı aşındırarak durmadan yeni kesme yüzeylerini kendi yüzeyi ile temas halinde tutar. Bu aşındırıcı, etkin malzemenin miktarı ve parçacık boyutu ile nesnelerin yüzey pürüzlülüğünü kontrol eder. Bu işlem yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcının boyutu ve şekli ile yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçaların boyutu ve şekli arasındaki oranın etkisi altındadır. Yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılar ile yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçaların yüzeyleri ve kenarları arasındaki temas ne kadar büyük olursa sonuçlarda o kadar iyi olur. (Faccenda, 1999)

Farklı kesme yetilerine ve farklı boyutlara sahip olan aşındırıcılar ticari olarak bulunabilmektedir. Cilalayıcı ya da parlaticı nitelikteki aşındırıcılardan tutun da hızlı, orta ya da düşük kesme hızına sahip aşındırıcılara kadar farklı uygulamalara hitap eden aşındırıcılar tasarlanmıştır. (Şekil 4.4) Tecrübeler, daha küçük boyutlardaki araçların daha büyük boyutlardakilere oranla daha iyi yüzey bitirme işlemi sağladığını göstermektedir, öte yandan, daha hızlı sonuçlara da ulaşılmaktadır. (Faccenda, 1999)



Şekil 4.4 Yüzey bitirme işleminde kullanılan aşındırıcılar. (Faccenda, 1999)

Yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılarla yüzey bitirme işlemi uygulanacak olan parçaların miktarları arasındaki orana da özel bir önem verilmelidir. Tecrübeler göstermektedir ki, yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılarla yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçalar arasındaki hacim oranlarını: aşındırıcı seramiklerde 4:1, aşındırıcı olmayan seramiklerde (örn. küçük çelik kürelerde) 10:1, aşındırıcı ürünler içeren plastiklerde 7:1 ve küçük çelik kürelerde 8:1 olmalıdır. Bütün durumlarda, yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılarla yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçalar arasındaki oranlar daima, her bir üretim için ayrı ayrı optimize edilmelidir. Altın kural gereği, yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçaların hacmi her zaman toplam hacmin % 25-30 'undan daha fazla olmamalıdır. Aksi takdirde, yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçalar arasındaki

etkilenme olasılığı artar, bu da çentiklerin oluşması olasılığını artırır. (Faccenda, 1999)

Ticari olarak bulunabilen aşındırıcılar doğal kökenli olabildiği gibi (çeşitli şekillerdeki akik ya da quartz tozları, vs.), sentetik kökenli de (dağıtılmış silikon karbid içeren seramikler, alüminyum, quartz, zirkonya, vs.) olabilir. (Faccenda, 1999)

Yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcıların seçimi gerek işlevsel, gerekse ekonomik ölçütlere dayanmaktadır. Örneğin, seramik aşındırıcıların maliyeti üreik aşındırıcıların maliyetine göre üç ya da dört kat daha fazladır, ancak nispi kayıp yaklaşık yirmi kat daha yüksektir (seramik malzemelerde %1 oranında aşınma kaybına yol açarken, üreik malzemelerde %20 oranında aşınma kaybına denk gelmektedir). Seramik malzemeler en çok hızlı kesme (kaba yüzey pürüzlülüğü işlemi) işlemine uygun iken, plastik tabanlı ve üreik malzemeler genellikle ön parlatmaya uygundur. (Faccenda, 1999)

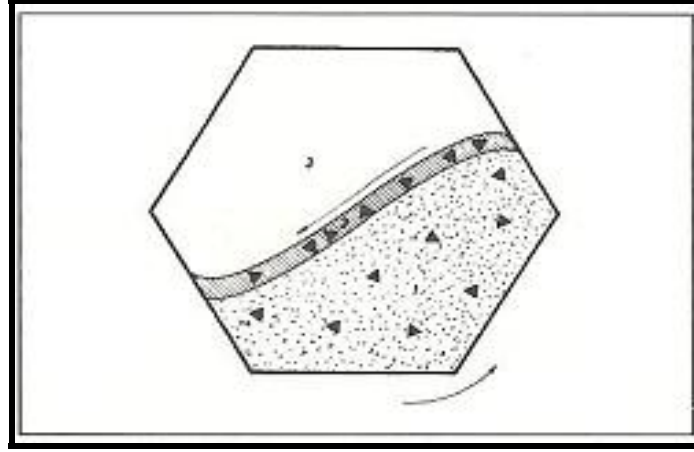
Aşındırıcılar arasındaki en yaygın olarak aşındırıcı özelliği olmayanlar, küçük çelik küreler ya da çeşitli büyüklükteki silindirlerdir. Bunlar karbon çelikten imal edilebilir. Ancak daha yaygın olarak, paslanmaz çelikten imal edilebilir. Ayrıca çeşitli türdeki ağaçlardan, ceviz kabuklarından, koçan talaşlarından, vs. imal edilen, genellikle parlatma ya da kurutma için kullanılan aşındırıcılar da vardır. Bu malzemeler çeşitli türlerdeki ince aşındırıcı tozlarla karıştırılarak daha aşındırıcı hale getirilebilirler. Böylece aşındırıcı toz da destek işlevi görmüş olur. (Faccenda, 1999)

Kullanılan cihazların türü ne olursa olsun, yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılar ve yüzey bitirme işlemi döngüsünün, yüzey bitirme işlemi uygulanacak nesnelere başlangıç yüzey koşullarının bir fonksiyonu olarak tasarlanmış olması gerekmektedir. Genellikle fabrikasyon yöntemiyle üretilip kayda değer oranda pürüzlü yüzeye sahip olan nesnelere söz konusu olduğunda, izlenmesi gereken ilk yol, hızlı yüzey bitirme işlemi sağlayan aşındırıcıları kullanmaktır. Ardından ara kesim gücündeki aşındırıcılar gelmelidir, son olarak da şekilsel deformasyon yoluyla, pürüzlerin son izlerini ortadan kaldırmak için, aşındırıcı olmayan aşındırıcılar gelmelidir. (Faccenda, 1999)

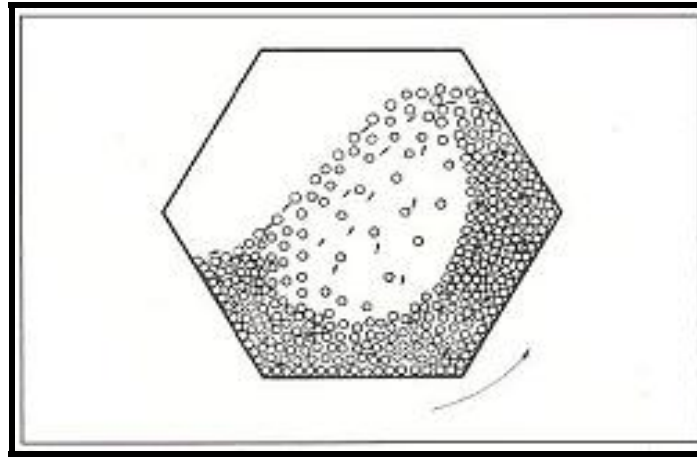
Elle ya da makineyle işlenen parçalar söz konusu olduğunda ise, ara kesim gücüne sahip olan aşındırıcılarla başlamak yeterlidir. (Faccenda, 1999)

4.3 Ekipmanlar

En basit ve en eski aygıt yatay dönen varildir. Varillerin farklı şekilleri, boyutları ve kesitleri olabilir. En yaygın kullanılan kesitler sekizgen ya da altıgendir. Yüzey bitirme işlemi süreci, varilin yükleme yapılan bölümü ile işlenecek parçaların ve kullanılacak aşındırıcıların daha yavaş hareket ettiği boş bölümü arasında gerçekleşir. (Şekil 4.5) Belirli bir yüzey bitirme işleminde, bu süreç şu parametrelerin etkisindedir: Varilin çapı, varilin dönüş hızı ve yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçaların ağırlığı. (Faccenda, 1999)



Şekil 4.5 Dönen varilin hareketi. (Faccenda, 1999)



Şekil 4.6 Aşırı hızlı hareket eden varilin hareketi. (Faccenda, 1999)

Dönüş hızı hiçbir zaman yüksek olmamalıdır; çünkü bu durumda yükleme kesintili hale gelebilir. Bu durum yüzey işlemi uygulanacak olan parçaların birbirinin üzerine binmesini sağlayarak çentiklerin oluşumuna yol açacaktır. (Şekil 4.6) Varilin doğru bir biçimde doldurulması yüzey bitirme işleminden iyi verim elde edilmesi için büyük önem taşır. Varilin %50–60 oranında doldurulması en geniş etkin alanın elde edilmesini sağlar. Titreşimli varillerde aşındırıcılarla yüzey işlemi uygulanacak olan parçalar arasındaki hareket, varile

iletilen titreşimlerle oluşturulduğu için işlem daha da hızlanır. (Şekil 4.7) Son yıllarda, çalışma prosesini daha etkili hale getiren, üç boyutlu titreşimler sayesinde, bu alanda kayda değer gelişmeler meydana gelmiştir. (Faccenda, 1999)

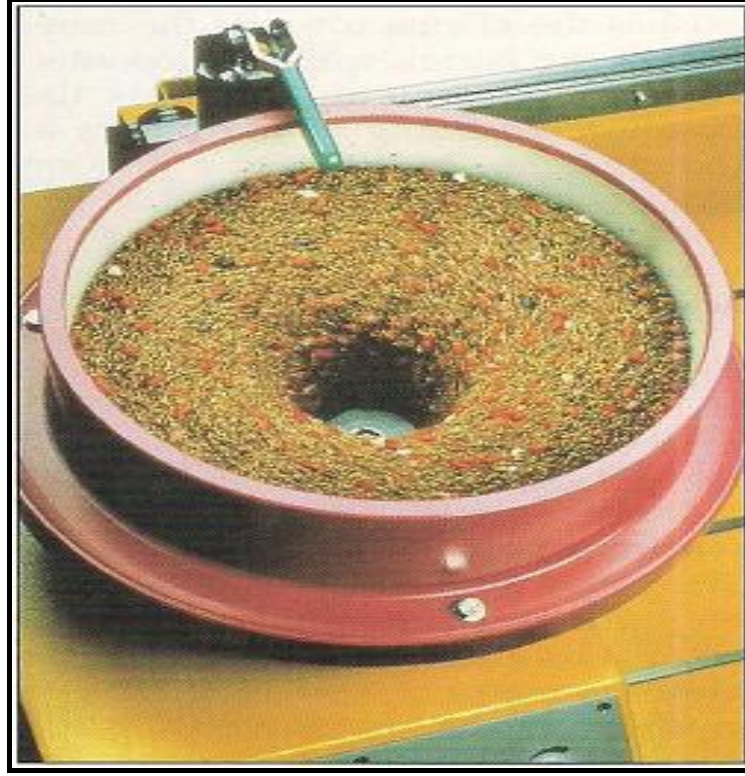


Şekil 4.7 Titreşimli variller. (Faccenda, 1999)

Titreşimli sistemlerde bu proses titreşimlerin büyüklüğü ve sıklığıyla bağlantılıdır. Parçaların hareket halindeki yük içindeki durumlarına göre konum almasını engellemek için, üçgen şeklinde kesiti olan, üçgenin her köşesinde bütün kitlenin daha da karıştığı variller tasarlanmıştır. Titreşimli variller genellikle cilalama ve parlatma aşamaları için tercih edilmektedir. (Faccenda, 1999)

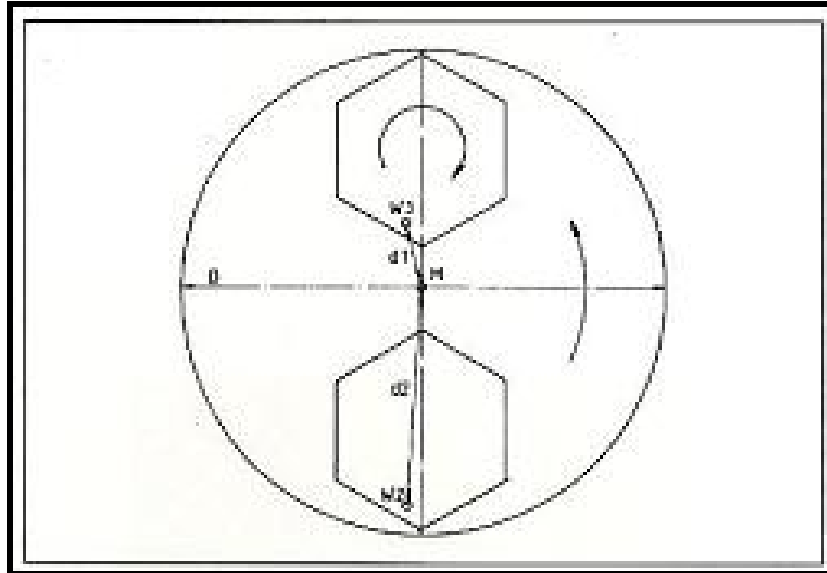
Aynı zamanda, merkezkaç sistemleri de bulunmaktadır, yakın tarihte ticari olarak alıcılara iki tür sistem sunulmuştur. Bunlardan ilki merkezkaç diskleri, diğeri ise eksen etrafında dönen merkezkaç varilleridir. (Faccenda, 1999)

Merkezkaç disk sistemlerinde varil sabit duvarları olan dikey bir silindir şeklindedir. Tabandaki levhanın dönmesiyle, yükün alt kısımlarında bir çekiş etkisi meydana gelir. Ayrıca çok hızlı ve etkilidir. Şekil 4.8' de hareket halindeki disk tipi merkezkaç varil görülmektedir. Bu ekipman özellikle elektronik olarak şekillendirilen nesnelere için uygundur. (Faccenda, 1999)



Şekil 4.8 Disk tipi merkezkaç varil. (Faccenda, 1999)

Yakın tarihte piyasaya sürülen, eksen etrafında dönen varil sistemlerinde, çoğu varil dönmekte olan ufak bir kulede bulunmakta ve kuleyle ters yönde dönebilmektedir. (Şekil 4.9) (Faccenda, 1999)



Şekil 4.9 Santrifüjlü varil ilkeleri. (Faccenda, 1999)

Yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçalar ve yüzey bitirme işleminde kullanılacak olan aşındırıcılar arasında daha etkili bir etkileşimin meydana gelmesini sağlamak için, bazı

varillerde, varile eksenini boyunca, eksantrik bir hareket kazandıran eğik bir dönüş eksenini bulunabilir. (Faccenda, 1999)

Merkezkaç eksen etrafında dönen varillerde işlem; kulinin çapı, dönüş hızı, varilin çapı ve ters yönde dönme hızları olmak üzere dört ana parametreye bağlıdır. Bu parametrelerin farklı bileşimleri aracın çok yönlü kullanılabilmesini sağlar. Varilin içindeki yüke, merkezkaç kuvvetiyle iletilen yüksek sürtünme şiddeti, hafif aşındırıcıların kullanılmasını ve işleme sürelerinin kısa tutulmasına olanak sağlar. Kulinin dönmesiyle oluşan merkezkaç kuvveti, varilin içindeki yükü dış kısmına doğru iterken, aksi yöndeki dönüş hareketi aracın içindeki parçaların sürekli kaymasını sağlar. Böylece, yükün tamamında tek tip bir işleme hızı garantilenmiş olur, çarpmalar da engellenir. Kısacası, yüzey bitirme işlemi eylemi varilin içine yüklenen kütlelerin tamamında gerçekleşir. Geleneksel döner varillerde olduğu gibi, yük ile boş alan arasında kalan ara yüzey sınırlı kalmaz. (Faccenda, 1999)

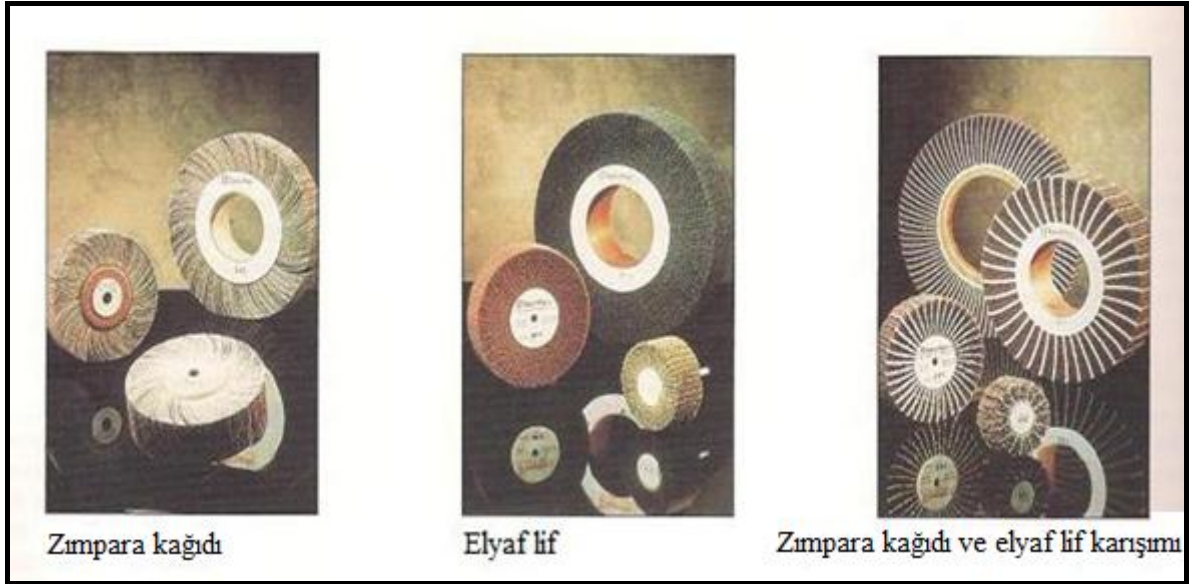
4.4 Optimum Yüzey Bitirme İşlemi Döngüsü

Dökme ürünlerin çapaklarını aldıktan sonra, geride kalan izler özel bir tür katmanlı perdahlama tekerleği ile çıkarılır. Bu tekerlekler, geleneksel eğe ile karşılaştırıldığında birtakım yararlar sağlamaktadır. Yumuşaklıkları ve kullanılabilir olmaları sayesinde, yüzey çalışmasının sertleşme oranını azaltırlar ve en uzakta olan bölgelere bile kolayca erişirler. Parlatmadan sonra çıkan talaşın kolayca geri kazanılması için perdahlama tekerleklerinin uygun tezgahlarda kullanılması gerekir. (Şekil 4.10) (Faccenda, 1999)



Şekil 4.10 Katmanlı perdahlama tekerleği kullanılan yüzey bitirme tezgahı.(Faccenda, 1999)

Aşağıdaki şekilde üç tür perdahlama tekerleği bulunmaktadır: Aşındırıcı parçacık boyutu 80 ile 500 arasında değişen zımpara kağıdı, kontrollü parçacık boyutlu aşındırıcı içeren elyaf ve bazı durumlarda çok iyi sonuçlar veren elyaf karışımı.(Şekil 4.11) (Faccenda, 1999)



Şekil 4.11. Katmanlı perdahlama tekerleri. (Faccenda, 1999)

Hızlı kesme işlemi çapakların geride kalan, son izlerinin ortadan kaldırılmasından sonra gerçekleşir. İşlemin bu aşamasında, merkezkaç varilleri, merkezkaç diskleri ya da çoğu durumda tercih edildiği gibi, merkezkaç eksen etrafında dönen tekerlekleri kullanılabilir. Bu adım her zaman malzemeler ıslakken gerçekleştirilir. Ardarda kullanılan parlatma araçlarından her birinin kesme yetisinin bir öncekinden daha düşük olması, yüzey bitirme işlemi uygulanan parçaların başlangıçtaki yüzeylerine göre, seramik, plastik ya da üreik aşındırıcılarla başlanması önerilmektedir. Bu aşamada, pürüzlerden aşındırıcı ya da yüzey bitirme işlemi uygulayıcı nitelikteki tozlar sık aralıklarla, uygun oranlarda eklenir. (Faccenda, 1999)

Bundan sonraki aşama olan ön parlatma aynı aygıtta gerçekleştirilir. Granül halindeki ceviz kabukları ve farklı büyüklüklerdeki odun parçaları bu aşamada yüzey bitirme işlemi aracı olarak kullanılmaktadır. Bunlar dikkatlice kontrol edilen oranlardaki, parçacık boyutları ve ilk aşamada kullanılanlara göre daha ince olan aşındırıcı tozlarla karıştırılır. İşlemin bu aşaması genellikle kuru olarak gerçekleştirilir. İyi sonuç elde edilmesi için, bir aşamadan diğer aşamaya geçen parçaların iyice temizlenmesi çok önemlidir. İlk aşamadan kalan her aşındırıcı parçacık, uygun kimyasal çözeltilerde ultrason kullanılarak çıkarılmalıdır. Ön parlatmanın ardından, parçaların pamuk bir el fırçasıyla temizlenmesi, yüzeylerin yüzey bitirme işlemi

kalitesi için dikkatlice incelenmesi tavsiye edilir. (Faccenda, 1999)

En son parlatma aşamasından önce, parçalar bir kez daha olduğu gibi yıkanır. Parlatma aşaması titreşimli varillerde bile, yüzey bitirme işlemi uygulanacak parçaların türüne bağlı olarak boyutları kontrol edilen, küçük paslanmaz çelikten küreler ya da silindirlerle, ıslak olarak gerçekleştirilmelidir. Bu noktada, gerekirse özel ürünlerle, son olarak hafif bir el dokunuşu yeterli olur. Ardından ultrasonla son yıkama, damıtılmış suyla durulama ve dikkatlice kurutma yapılır. (Faccenda, 1999)

Her aygıt farklı fabrikaların üretim koşullarına uyacak şekilde tasarlanabilir. Gereğinden küçük olan ekipmanın, en iyi sonuçların elde edilmesine nadiren olanak tanıdığı da belirtilmelidir. Dahası, küçük ekipmanla, parlatılacak parçaların birbirinin üzerine binmesi, bunun sonucunda çentiklerin oluşması daha çok olur. (Faccenda, 1999)

Eksen etrafında dönen merkezkaç variller söz konusu olduğunda, yatay kuleleri olan varillerinin dönüş eksenini, dikey olan türdeki varillerinkine göre küçük oranlarda yapılan üretimler için tavsiye edilmektedir. Bu variller son derece iyi nihai yüzey kalitesi elde etmenin yanı sıra, maliyet ve işleme süresinde azaltmaya gidilmesini garanti edebilir. (Şekil 4.12) (Faccenda, 1999)



Şekil 4.12 Eksen etrafında dönen merkezkaç variller. (Faccenda, 1999)

5. YÜZEY BİTİRME İŞLEMİ SIRASINDA YÜZEY PARLATMA: TAKI VE MÜCEVHERLERİN MAKİNE İLE YÜZEY BİTİRME İŞLEMLERİ

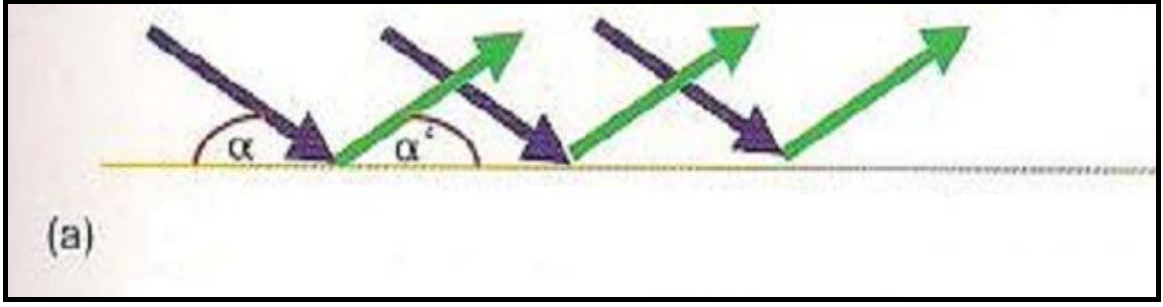
Modern makine bazlı yüzey bitirme işlemleri teknolojisini mühendislik endüstrisi tarafından yıllardır kullanılmıştır. Bu teknolojinin birincil kullanımı, çalışma parçasının bir yüzey aşındırıcı veya parlaticı ajan kullanılarak çapak alınması, taşlanması ve parlatılması şeklindedir. Altı köşeli tambur, tek çeneli varil, titreşimli varil ve diskli yüzey bitirme işlemi makineleri bu işlemler için geleneksel olarak kullanılmaktadır. Aşındırıcı ve çalışma parçasının arasındaki sürtünmenin bir sonucu olarak aşındırıcı, çalışma parçasının yüzey ve kenarlarına işlem uygulamaktadır. Bu tip makineler metal işleme endüstrisinde yoğun olarak kullanılmakta fakat saat ve mücevher endüstrisinde kısmi bir kapsamı bulunmaktadır. (Moser, 2001)

Son yıllardaki gelişmeler makine kullanılan yüzey bitirme işlemlerinde verimliliğin artırılması açısından yeni olanakların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Makine kullanılmasının sağladığı birçok avantaj mücevher ve saat endüstrisinin tekrar canlanmasına yardımcı olmuştur. Makine ile yapılan parlatma zamanla el ile yapılan parlatmanın yerini almaktadır. Günümüzde artan rekabetçi baskı ve küresel pazar ihtiyacı ile birlikte yüzey bitirme teknolojisinde de yüksek kalitede parlatma sonucunda güvenilir, tutarlı ve düşük maliyetli bir üretim sağlayacak şekilde gelişmeler kaydedilmektedir. (Moser, 2001)

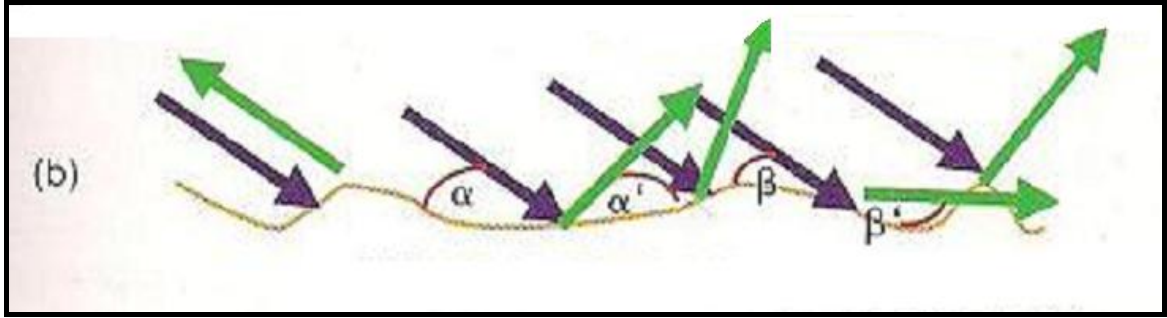
Günümüzde mevcut pazarda, birçok farklı parlatma teknolojisi ve bunlara dair makineler bulunmaktadır. Bu makinelerin uygun şekilde kullanılması ile takı ve mücevherleriniz için kaliteli bir parlatma sağlanabilir. Burada makine tiplerini incelemeden önce parlatma hakkında bazı önemli noktalara değineceğiz. (Moser, 2001)

5.1 Işığın Bir Yüzeyden Yansıması

Işık, bir yüzeye paralel ışınlar şeklinde düşer. Eğer bir ışık ışını yüzeye belli bir açı ile düşüyorsa, düzgün yüzeyde geri yansıyan ışın da yine aynı açı ile yüzeyi terk etmelidir. Düzgün ve parlak bir yüzeyden söz ediyorsak ışınlar Şekil 5.1.a 'da görüldüğü üzere yüzeyi yine paralel olarak terk eder. Fakat yüzey Şekil 5.1.b 'deki gibi pürüzlü ve tümsekli ise yüzeye paralel gelen ışınlar farklı açılarla yansır, yalnızca bazı ışınlar gözümüze ulaşır, böylece yüzeyi pürüzlü ve mat olarak görürüz. (Moser, 2001)



Şekil 5.1.a. Işığın parlatılmış düz yüzeye yansımaları. (Moser, 2001)



Şekil 5.1.b. Işığın parlatılmamış yüzeye yansımaları. (Moser, 2001)

5.2 Yüzey Bitirme İşlemi Makinesiyle Aşındırıcı Kullanılarak Parlatma İşlemi

Aşındırıcı malzeme yüzeyi keser, böylece çalışma parçasının yüzeyini temizler ve parlatır. Malzemenin yüzeyindeki pürüzlerin alınarak düzleştirilmesi daha çok taşlama diye adlandırılır ve bu işlem daha çok adi bir aşındırıcı kullanılarak sulu ortamda gerçekleştirilir. Parlatma ise daha çok kuru ortamda, daha ince ve yumuşak aşındırıcılar kullanılarak yapılır. (Moser, 2001)

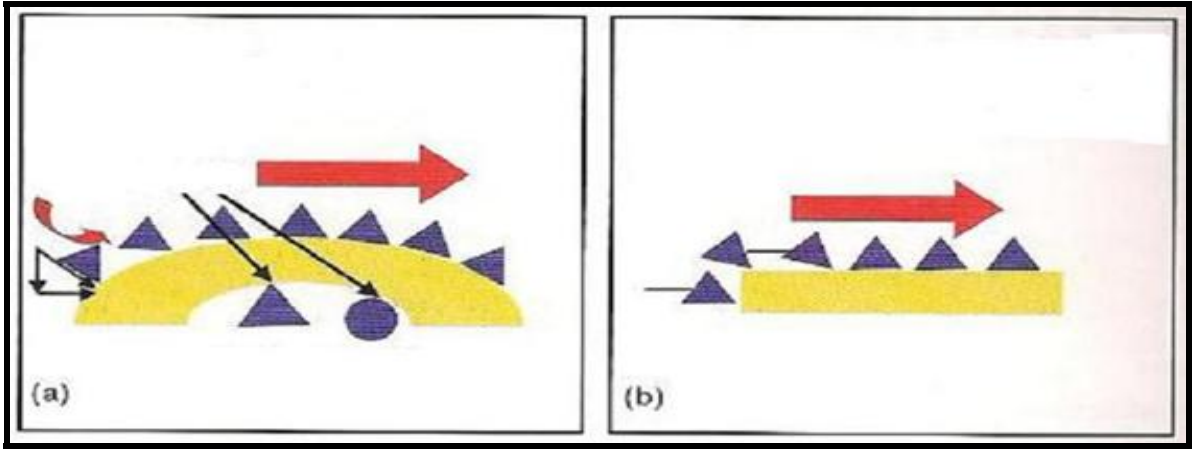
Bir yüzeyin daha pürüzsüz ve parlatılmış hale gelmesinin iki temel mekanizması vardır.

1. Yüzey malzemesinin çizilmesi ile kaldırılması (taşlama, cilalama, eğeleme gibi) veya elektrolitik ve kimyasal parlatma.
2. Mekanik çalışma yapılarak yüzeyi yassılaştırma ve pürüzsüz hale getirme (perdahlama). (Corti, Faccenda, 1999)

Parlatma işleminde kullanılan her iki biçimdeki seramik ve plastik bağlayıcılı aşındırıcılar piramit veya konik şeklindedir. Peki, aralarındaki fark nedir? Piramit şeklindeki aşındırıcının mücevher yüzeyi üzerinde kayma eğilimi olmasına rağmen konik şeklindeki aşındırıcının eğilimi daha çok yüzeyde yuvarlanma biçimindedir. Piramit şeklindeki aşındırıcının keskin kenarları yüzey üzerine daha keskin bir basınç uygularken, konik şeklindeki aşındırıcıda yük

daha geniş yüzeye eşit dağılmaktadır. Bu yüzden piramit şeklindeki aşındırıcı daha güçlü şekilde kesmekte veya taşlamaktadır ve konik şeklindeki aşındırıcıya göre yüzey üzerinde daha fazla tümsek ve oluk kalmaktadır. (Moser, 2001)

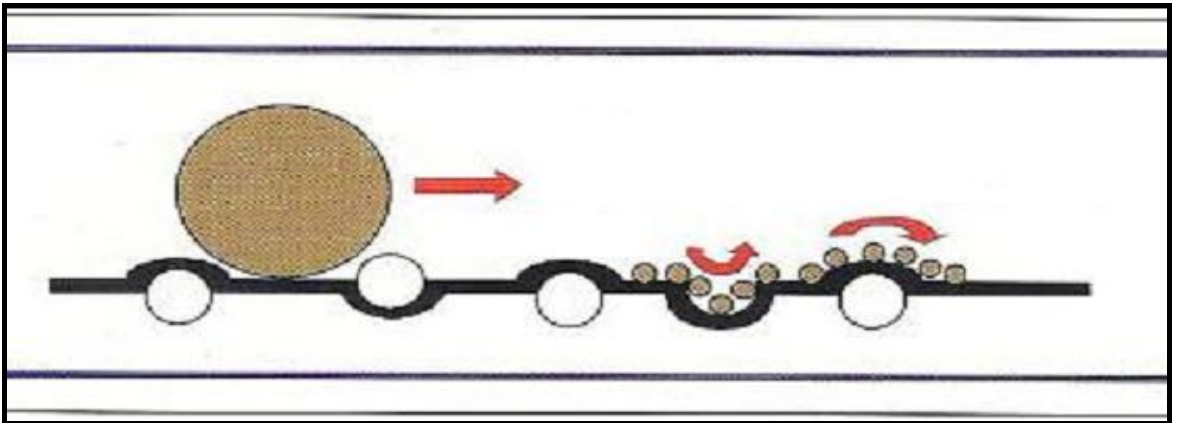
Büyük taneli (kristal), yumuşak metallere, piramit biçimindeki aşındırıcıların kullanılması, yüzeyde “portakal kabuğu” görünümüne sebebiyet verebilmektedir. Diğer taraftan konik biçimli aşındırıcılar yüzük içi gibi konkav yüzeylerde daha iyi sonuç vermektedir. Parlatılan yüzeyin biçimi de prosesi etkileyebilir. Şekil 5.2.a’ daki gibi konveks bir yüzeyde aşındırıcı yüksek bir basınçla yüzey üzerinde akarken, Şekil 5.2.b gibi düz yüzeylerde basınç daha düşük olur. (Moser, 2001)



Şekil 5.2 Yüzey bitirme işlemi sırasında aşındırıcının mücevher yüzeyinden akışı.

(a. Konveks yüzey) (b. Düz yüzey) (Moser, 2001)

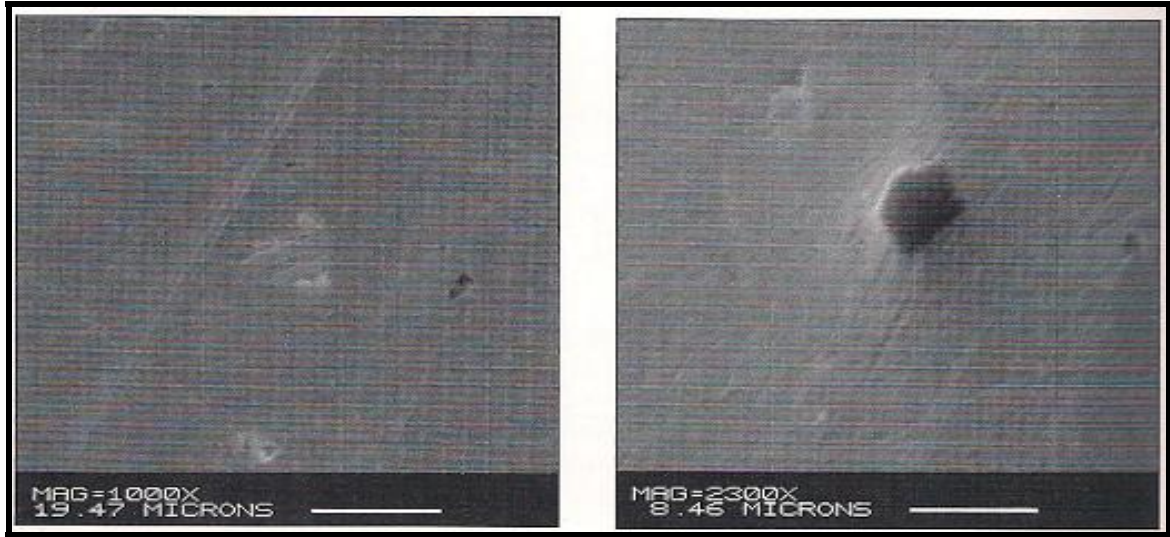
Aşındırıcı büyüklüğü önemlidir. Küçük aşındırıcı yüzey üzerindeki daha detaylı kontürleri takip ederken, büyük aşındırıcı detayları kapatarak yüzeyi düzeltme eğilimindedir. (Şekil 5.3) (Moser, 2001)



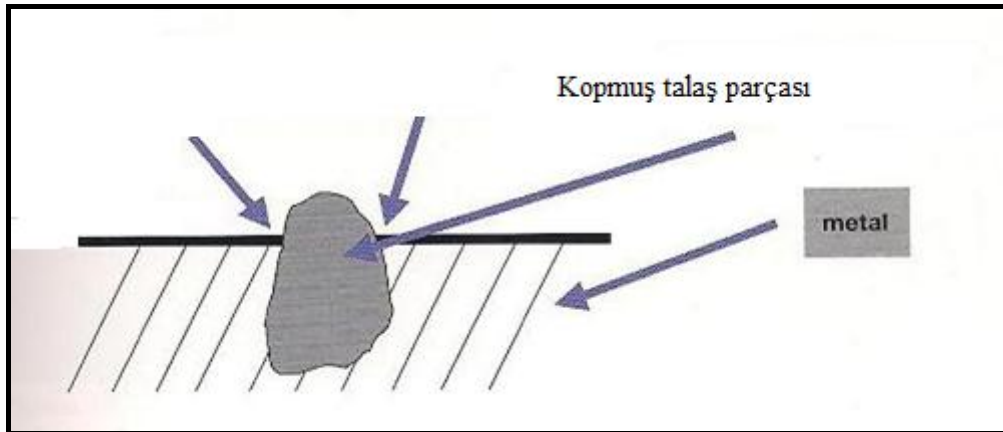
Şekil 5.3 Aşındırıcı boyutunun parlatma işlemine etkisi. (Moser, 2001)

Küçük aşındırıcı büyüğe nazaran yüzeyle daha çok kontak noktası sağlamaktadır, fakat daha hafif olduğundan çok derin kesme yapmamakta ve girintilerin derinliği daha az olmaktadır. (Moser, 2001)

Şekil 5.4 'te aşındırıcı ortam ile parlatılmış bir yüzeyi, yüksek bir büyütme sonucu tarama elektron mikroskobu ile çekilmiş görüntüsü ve yanında yine tarama elektron mikroskobunda daha yüksek büyütme ile elde edilen görüntüsü bulunmaktadır. Aşındırıcının bıraktığı girinti ve işaretler açıkça görülmektedir. Bazı zamanlarda aşındırıcı parçaları başka bir aşındırıcı tarafından yüzeyde mikro gözeneklere parçalanmaktadır. Bu durum Şekil 5.5 'te şematik olarak gösterilmiştir. Bu küçük parçacıklar yüzeyi bozarak, küçük boşluklar yaratır ve portakal kabuğu görüntüsüne benzer bozuk bir yüzey bırakırlar. (Moser, 2001)



Şekil 5.4 Aşındırıcı ortam ile parlatılmış bir yüzeyi Mag.1000x ve Mag.2300x büyütme sonucu tarama elektron mikroskobu ile çekilmiş görüntüsü. (Moser, 2001)



Şekil 5.5 Aşındırıcının metal yüzeyini bozması. (Moser, 2001)

Seçilen aşındırıcının türü yüzey bitirme işlemini etkilemektedir. Daha iyi aşındırıcı daha pürüzsüz yüzey sağlar. Bu durumu Şekil 5.6' da aynı tip 2 yüzüğün farklı 2 aşındırıcı ile 5 saat parlatılmasından sonraki durumunu açıkça görebiliriz. (Moser, 2001)



Şekil 5.6 Aynı tip 2 yüzüğün farklı 2 aşındırıcı ile 5 saat parlatılmasından sonraki 2 farklı yüzey görüntüsü. (Moser, 2001)

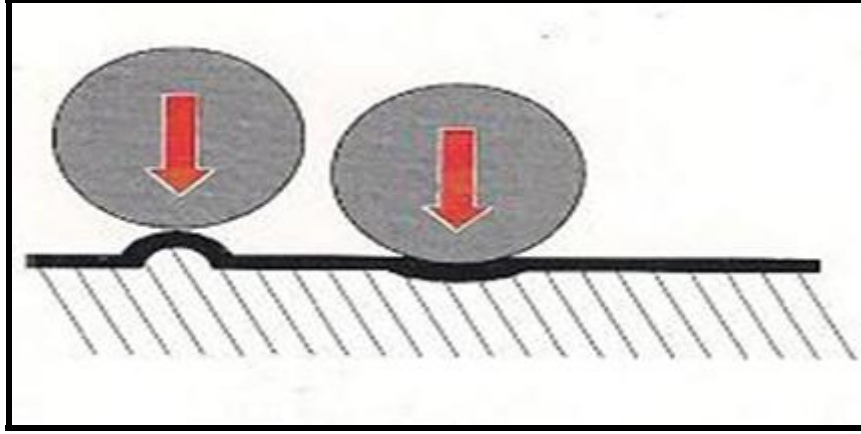
Diğer bir karşılaştırılacak yön ise aşındırıcının kıymetli taşlar üzerindeki etkisidir. Şekil 5.7' de parlatmada aşındırıcı sınıfının ve kıymetli taşlar üzerinde yarattığı hasarın biçimi gösterilmiştir. Şekil 5.7.a'da zirkon taşının piramit ve konik karışımı yüksek sınıf bir parlatıcı ile parlatılması sonucu yüzeydeki hasar açıkça görülmektedir. Şekil 5.7.b 'de daha kaba konik bir aşındırıcı kullanıldığında oluşan kenar hasarı görülmektedir. Fakat Şekil 5.7.c 'de daha iyi sınıf bir konik aşındırıcı kullanıldığında neredeyse hiç hasara rastlanmamıştır. Daha parlak bir son cila için daha yumuşak bir aşındırma işlemi sağlamak amacıyla ceviz kabuğu ve mısır koçanı granüllerinden oluşan daha yumuşak, çok iyi aşındırıcı elementlere sahip bir bileşim seçilir. (Moser, 2001)



Şekil 5.7 Parlatmada kullanılan aşındırıcı sınıfının kıymetli taşlar üzerinde yarattığı hasarın biçimi. (Moser, 2001)

5.3 Perdahlama Aşındırıcı ile Makede Parlatma

Çelik veya porselen aşındırıcı kullanılması ile yüzeyin çekiçlenmesi şeklinde bir parlatma aksiyonu sağlanır. Aşındırıcının yüksek yoğunluk ve ağırlığı metalin akışı ile birlikte yüzeyin pürüzsüzleştirilmesi şeklinde etki eder. (Şekil 5.8) (Moser, 2001)



Şekil 5.8 Aşındırıcının metalin üstünde akışı ile yüzeyin pürüzsüzleştirilmesi. (Moser, 2001)

Ayrıca bu aksiyon sırasında mücevher yüzeyi sertleşir ve oksidasyon meydana gelir. Yüzey iyice incelendiğinde çekiçlenme efekti gösterdiği anlaşılır ve el ile parlatma yapılırsa dahi, iyi bir parlatma sağlanamayabilir. Parlatma ıslak yapılıır. (Moser, 2001)

5.4 Yüzey Bitirme İşlemi Makineleri Tipleri

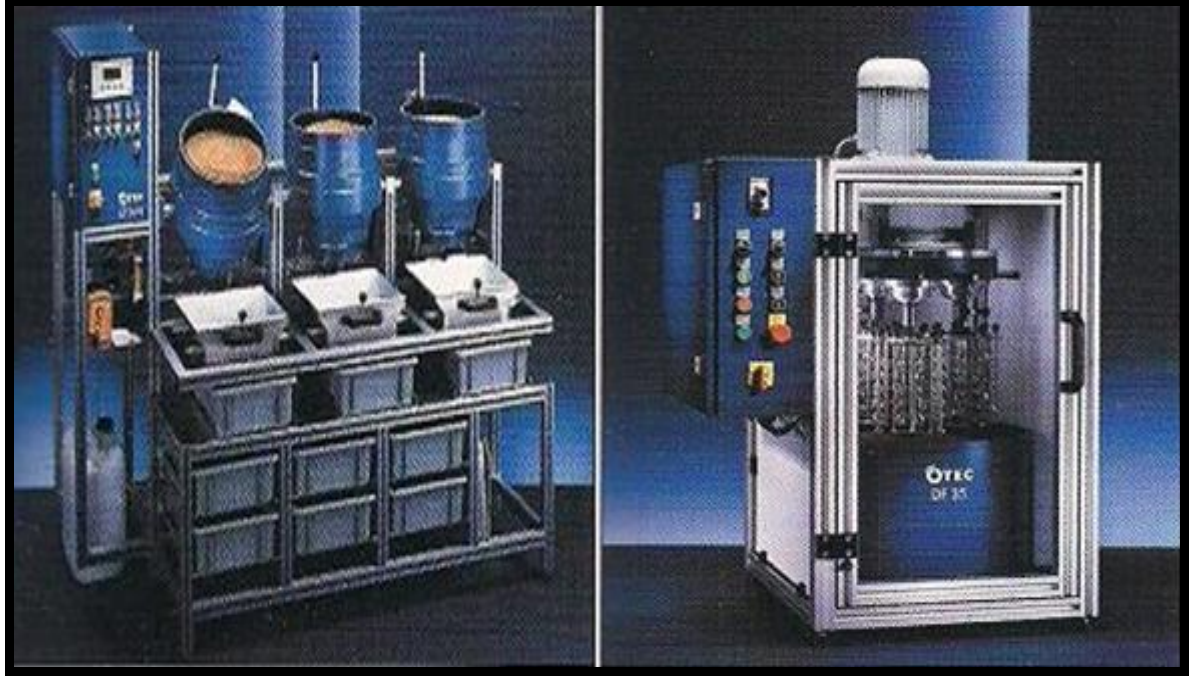
Günümüzde aşındırıcı ortamlarla parlatma ve kaplama işlemleri uygulayan birçok değişik tipte makine bulunmaktadır. Çizelge 5.1’ de farklı makine tipleri ile ilgili özellikler ve çalışma şekilleriyle ilgili yorumları bulabilirsiniz. (Moser, 2001)

Çizelge 5.1 Yüzey bitirme işlemi makineleri tipleri ve özellikleri. (Moser, 2001)

Makine Tipi	Aşındırıcı Madde	Parlatıcı Madde	Avantajları	Dezavantajları	Uygulama Alanları
Tek Varilli Tambur	Seramik, Plastik	Tahta, Ceviz kabuğu, Mısır	Ucuz	Uzun iş süresi, Yüzeyde işaretler, Kullanışsızlık, Yüzeyde kir, Yüzey basıncı	Her tür takı ve mücevher

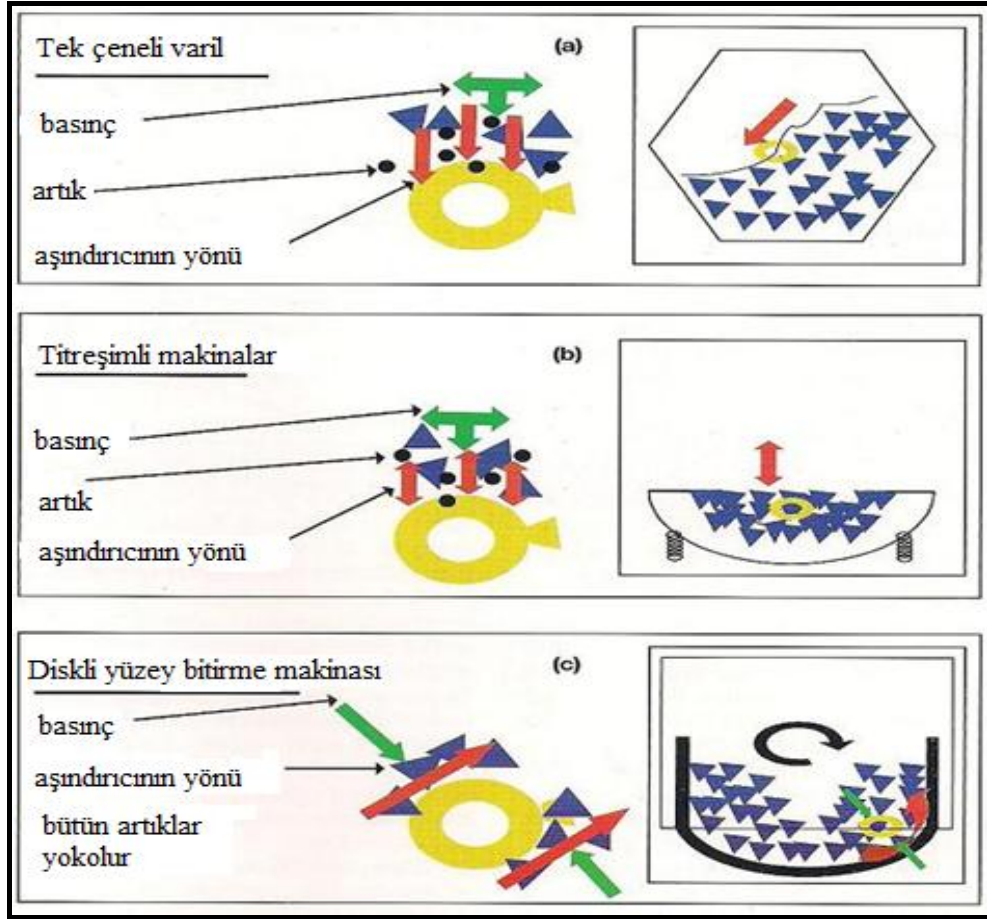
Titreşimli Makine	Seramik, Plastik	Tahta, Ceviz kabuğu, Mısır, Porselen, Çelik toplar	Ucuz, Ağır parçalar	Uzun iş süresi, Düşük güç, Yüzeyde işaretler, Düşük pürüzsüzlük, Kuruma işlemi uygun değil	Küçük zincirler, Makine yapımı zincirler
Santrifüjlü Tambur	Seramik, Plastik	Tahta, Ceviz kabuğu, Mısır	Çok etkili, Kısa iş süresi	Yüzeyde işaretler, Kullanışsızlık, Yüzeyde kir, Yüzey basıncı	Hafif olan her tür takı ve mücevher
Disk Bitiriciler	Seramik, Plastik	Ceviz kabuğu, Plastik, Porselen	Çok etkili, Kısa iş süresi, %70'i makine ile yapılabilir, Az iş adımı, Kullanışlılık, Temiz mücevher, Yüksek yüzey kalitesi	Hafif parçalarda kullanılabilir (max 20g), Kolye ve küçük zincirlerde kullanılamaz	Bütün takı ve mücevher, Saat kasası, Endüstriyel ürünler
Manyetik Parlaticı	---	Çelik iğneler	Parlak yüzey, Kısa iş süresi	Yumuşak değil, Yüzeyde izler, İğneler parçaya bataabilir, Yüksek parlatma olmaz	Mücevher ve takıların iç kısmında kullanılabilir
Çengelli Parlaticı	Ceviz kabuğu	Ceviz kabuğu	Büyük ve geniş parçalarda kullanılabilir, Yüzeyde iz yapmaz, Kısa iş süresi, Kullanışlılık, Yüksek yüzey kalitesi	Islak aşındırma ve parlatma olmaz	Her tür mücevher ve takıda kullanılabilir

Görüleceği gibi bazı makine tiplerinin çok yönlü, bazılarının ise sınırlı çalışma alanları vardır. Örneğin, manyetik iğneli parlatici yalnızca perdahlama yoluyla parlatma sağlamakta ve bu işlem için iğne formunda çelik aşındırıcı kullanmaktadır. Şekil 5.9 tipik disk ve tarama yüzey bitirme işlemleri için makinelerini göstermektedir. (Moser, 2001)



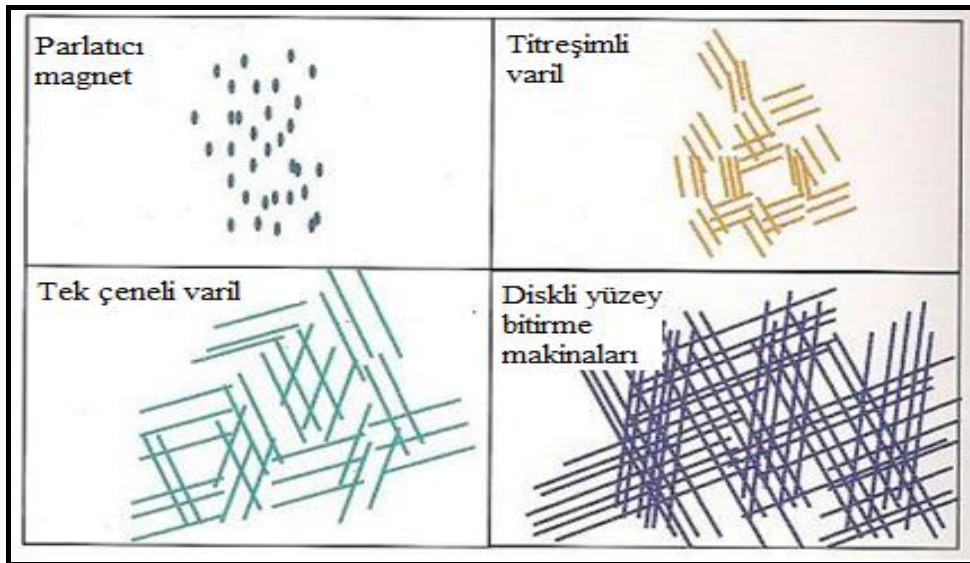
Şekil 5.9 Tipik disk ve tarama yüzey bitirme işlemleri için makineleri. (Moser, 2001)

Şekil 5.10’ da çoğunlukla kullanılan 3 ayrı tip makine için çalışma ortamları gösterilmiştir. Disk bitirme makinelerinin avantajı suyun sürekli sirkülasyonudur ve böylece yüzeyde parlatma işlemini etkileyecek kir veya yabancı maddelerin temizlenmesi sağlanır. (Moser, 2001)



Şekil 5.10 Ayrı tip 3 makine için çalışma ortamlarının şematik gösterimi. (Moser, 2001)

Şekil 5.11’ de görülebileceği gibi farklı basınç ve parlatma aksiyonları parlatma işlemi farklı yönde etkileyerek yüzeyde işaretler ve kalıntılar kalmasına yol açabilir. (Moser, 2001)



Şekil 5.11 Parlatma işleminde kullanılan farklı basınç ve parlatma aksiyonlarının parça yüzeyinde bıraktığı işaretler ve kalıntılar. (Moser, 2001)

5.4.1 Diskli Yüzey Bitirme Makineleri

Mikrogap ile makine dizaynındaki son gelişmeler sonucunda, bu teknikle dizayn edilen makineler incelendiğinde elle parlatmaya yakın kalitede bir parlatma düzeyi görülmektedir. Diskli yüzey bitirme işlemi makineleri (santrifüj disk makineleri) döner bir temele oturtulmuş açık bir konteynirden oluşmaktadır. Operasyon sırasında konteynirin duvarları statik olarak durmaktadır. Aşındırıcı ve mücevher konteynir içerisinde yerini aldıktan sonra döner, temel harekete başlar ve bu toroidal hareket kaplama ve parlatmaya olanak sağlar. (Moser, 2001)

Son döneme kadar çoğu makinelerde döner temel ile konteynir arasındaki aralık 0,25-0,5 mm arasında idi. Bu durum ince parçaların işlenmesini ve ince taneli aşındırıcı kullanımını sınırlandırmaktaydı. Günümüzde, patentli teknoloji sayesinde çok daha düşük aralık olan 0,05 mm'ye kadar inilebilmektedir. Böylece ceviz kabuğu gibi çok düşük partikül boyutlu yüksek kaliteli aşındırıcının bu aralık içerisine düşmeden kullanılmaktadır. Bu durum daha iyi bir parlatmayı mümkün kılmaktadır. Yüksek sertlikte seramik yüzükler açıklık boyunca kapatıcı olarak kullanılmaktadır. Böylece makinenin çalışma ömrü uzatılmaktadır. (Moser, 2001)

5.4.2 Tarama Yüzey Bitirme Makineleri

Tarama yüzey bitirme makineleri diğer yüzey bitirme tekniklerinden ayrılan önemli bir gelişmedir ve taramayla yüzey bitirmenin ana hatları Şekil 5.9'da verilmiştir. Çalışma parçaları aşındırıcı tarafından tam anlamıyla taranmaktadır. Parlatılacak her parça sepet üzerinde özel bir tutucuya sabitlenerek yerleştirilerek parlatma işlemi gerçekleştirilmektedir. Böylece diğer parçalarla irtibatı kesilerek zarar görmesi önlenmiş olur. Çalışma parçaları daldırılarak aşındırıcı ile taranır. (tipik olarak ceviz kabuğu) Böylece daha yoğun bir prosesin sağlandığı yüksek bir bağıl hareket sağlanarak, proses zamanları oldukça kısaltılır. Bu teknik daha önce yalnızca belirli limitlere kadar olanak sağlayan, yük olarak ağır parçaların parlatılmasında kullanılabilmektedir. Ayrıca bu teknik, iç yüzeylerin parlatılmasında da etkilidir. Bu malzemeler (Moser, 2001)

5.5 Mücevherlerin Parlatılması

Altın mücevherlerin kabaca taşlaması için, su ile karıştırılmış seramik aşındırıcılar bazı elementler eklenerek kullanılmaktadır. (%1,-3) 'lük bileşim-su karışımı korozyonu engellerken istenmeyen kirlerin yüzeyden atılmasına yardımcı olur. (Moser, 2001)

Daha kuvvetli bir taşlama için su ile birlikte plastik aşındırıcı kullanılmaktadır. Plastik aşındırıcı orta düzeyde aşındırıcı bir efekte sahiptir, sık sık taşlama ve döküm altın

mücevherin ön parlatması için kullanılmaktadır. En genel kullanılan aşındırıcı konik ve piramit formların yüzde 50-50 karışımıdır. (Moser, 2001)

Taşlama işlemi için, Otec kırmızı sınıf piramit ve konik aşındırıcılar ile diskli yüzey bitirme işlemi makinesinde 2 ile 4 saat işlem yapıldıktan sonra, beyaz sınıf ile 1-2 saat süren işlem sonucu iyi bir yüzey elde edilir. Daha iyi bir yüzey elde etmek için bir sonraki aşama 2 saat boyunca ceviz kabuğu granülleri ve toz aşındırıcılar kullanılarak yapılan kuru taşlamadır. Yüzeyde pürüzler oluşmaması ve artık aşındırıcı kalmaması için her aşamadan sonra mücevher ve konteynır dikkatlice temizlenmelidir. Bu durum eğer dönme hızı döngünün sonunda azalıyor ise yardımcı olur. Bu işlem Otec makinelerinde otomatik olarak yapılır. (Moser, 2001)

Eğer daha iyi bir parlatma isteniyorsa ıslak veya kuru parlatmaya dair ek işlemler yapılabilir. Kuru parlatma için iyi tanelendirilmiş ceviz kabuğu granülleri tercih edilir. Makine içerisindeki mücevherler, oluşacak zararı engellemek için azaltılır. Tipik parlatma zamanı 1 ile 3 saattir. (Moser, 2001)

5.6 Makine ile Optimize Bitirme İşlemi

Eğer mücevher dizaynı aşağıdaki özellikleri içeriyorsa, yüzey bitirme işlemi makinesi en iyi sonuçları sağlar: Düzgün olmayan yüzeyler, keskin olmayan kenarlar, keskin olmayan köşeler, konveks biçimler tercih edilir. Gerçekte mücevher dizaynı başka ölçütlerle yapılır: Oldukça keskin kenarlar, düzgün yüzeyler..v.s. (Moser, 2001)

5.7 Yüzey Bitirme İşlemi Makinelerinde Kaliteyi Etkileyen Potansiyel Problemler

- a. Taşlama: Farklı aşındırıcı sınıflarını karıştırma, çok fazla veya az eklenmiş eklentiler, konteynır içerisinde çok fazla mücevher, yanlış proses hızı, çok kısa proses hızı
- b. Kuru Parlatma: Çok az veya çok fazla parlatma pastası, eski parlatma granüllerinin kullanılması, çok yüksek proses hızı, konteynırda çok fazla mücevher, büyük ve küçük mücevherlerin konteynır içerisinde karıştırılması (benzer boy ve biçimler tercih edilir)

Modern makine teknolojileri elle parlatmaya göre çok daha iyi bir parlatma sağlayan verimlilik oluşturmaktadır. İyi bir parlatma için gerekli ihtiyaçlar aşağıdaki gibidir; Yüksek spesifikasyonlara sahip uygun yüzey bitirme işlemi makinesi (microgap – disk bitiriciler gibi), optimum proses teknolojisi, mücevherin uygun dizaynı, yüzey bitirme işlemi sırasında bozulma olmaması için yüksek kalitede mücevher, makine kullanma becerisi. (Moser, 2001)

6. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmada aşındırma ve parlatma deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerden elde edilen sonuçlara göre çalışmanın konusu olan numunelerin yüzey pürüzlülüğü ölçülerek incelenmiştir. Yapılan deneyler, aşındırıcıların kullanılabilirliği ve numunelerin yüzey pürüzlülüğü hakkında fikir edinilmesini sağlamıştır.

Yapılan çalışmanın amacı; ithal aşındırıcılarla proje için ürettiğimiz aşındırıcıların deneysel çalışmalar sonucunda aynı yüzey pürüzlülüğüne sahip işlem görmemiş numuneler üzerinde oluşturduğu yüzey pürüzlülüğünün karşılaştırılmasıdır.

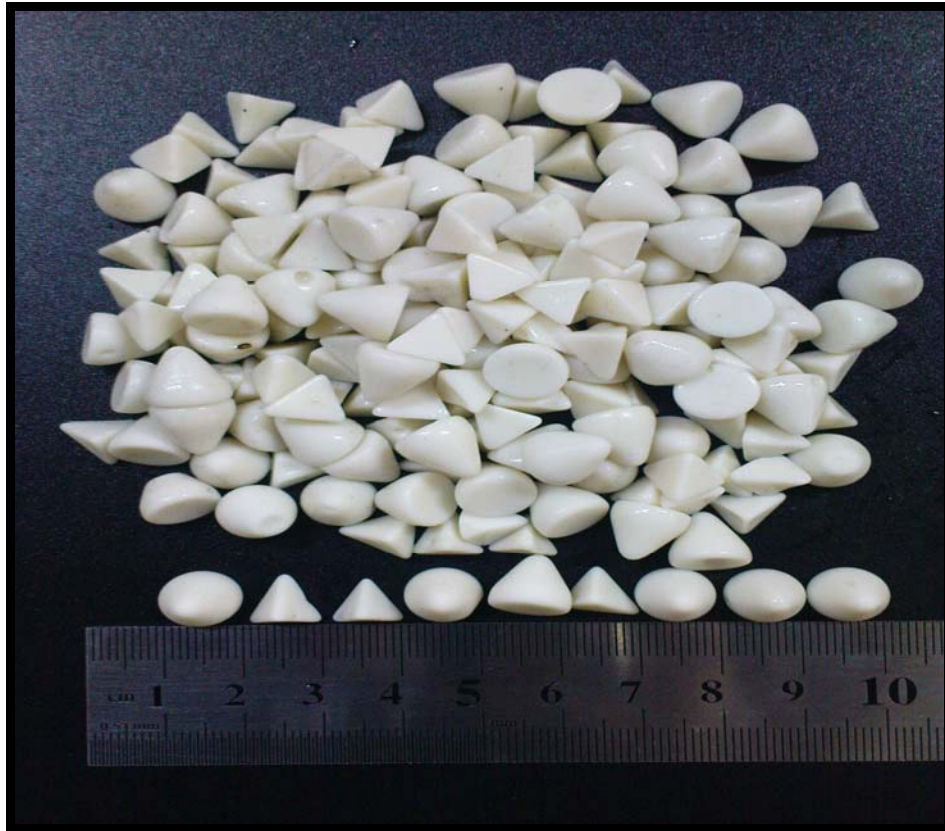
6.1 Malzemeler :

1 Numaralı Plastik Bağlayıcı İthal Aşındırıcı (Otec beyaz sınıf piramit ve konik aşındırıcılar)

2 Numaralı Seramik Bağlayıcı İthal Aşındırıcı (Otec seramik bağlayıcı konik aşındırıcılar)

SiC içeren proje için ürettiğimiz 3 adet aşındırıcı

Al₂O₃ içeren proje için ürettiğimiz 4 adet aşındırıcı



Şekil 6.1 1 Numaralı plastik bağlayıcı ithal aşındırıcı.



Şekil 6.2 2 Numaralı seramik bağlayıcılı ithal aşındırıcı.

6.2 Aşındırıcı Tablet Yapımı

Aşındırıcı tablet yapımında öncelikle kullanılacak toz cinsi, toz oranı ve ortalama tane boyutu belirlenir. Böylece kullanılacak polyester yüzdesi de belirlenmiş olur. Polyester olarak her aşındırıcı için Çizelge 6.1 'de belirtilen oranlarda Saf polyester + %0,05 Cobalt Fatoleyn bileşimi kullanılmıştır. Bütün aşındırıcı tabletlerin yapımında sertleştirici olarak %0,05 oranında metil etil keton kullanılmıştır.

Aşındırıcı tablet yapımına başlamak için öncelikle belirlenen yüzdedeki toz cinsi, toz oranı, polyester ve sertleştirici karıştırılır. Karışım kalıba döküldükten sonra yaklaşık 45 dakika oda sıcaklığında beklenir. Aşındırıcı tablet yaparken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri gereken malzemeler karıştırılır karıştırılmaz hemen kalıba dökülmesidir. Akışkanlığı kalıba dökülmek için uygun olmayanlar direk elle şekillendirilmelidir çünkü 5 dakika gibi kısa bir sürede katılaşma işlemi gerçekleşmektedir.

Çizelge 6.1 Aşındırıcı tablet yapımında kullanılan malzemeler.

	Toz Cinsi ve Toz Oranı	Polyester	Sertleştirici	Ortalama Tane Boyutu
3 Numaralı Aşındırıcı	80% SiC	20%	0,05% Metil Etil Keton	185mikron
4 Numaralı Aşındırıcı	60% SiC	40%	0,05% Metil Etil Keton	12mikron
5 Numaralı Aşındırıcı	70% SiC	30%	0,05% Metil Etil Keton	47mikron
6 Numaralı Aşındırıcı	55% Al ₂ O ₃	45%	0,05% Metil Etil Keton	15mikron
7 Numaralı Aşındırıcı	50% Al ₂ O ₃	50%	0,05% Metil Etil Keton	84mikron
8 Numaralı Aşındırıcı	50% Al ₂ O ₃	50%	0,05% Metil Etil Keton	12mikron
9 Numaralı Aşındırıcı	78% Al ₂ O ₃	22%	0,05% Metil Etil Keton	84mikron



Şekil 6.3 3 Numaralı aşındırıcı.



Şekil 6.4 4 Numaralı aşındırıcı.



Şekil 6.5 5 Numaralı aşındırıcı.



Şekil 6.6 6 Numaralı aşındırıcı.



Şekil 6.7 7 Numaralı aşındırıcı.



Şekil 6.8 8 Numaralı aşındırıcı.



Şekil 6.9 9 Numaralı aşındırıcı.

6.3 Deneyde Kullanılan Aşındırma Cihazının Çalışma Mekanizması

Aşındırma işlemi ECO-mini wet cihazıyla yapılmıştır. Cihazın yanında bulunan atık su konteynirinin içerisine önce pompa konulur, ardından 10 litre su ve 0,5 litre SC 13 bileşimi (aşındırıcı sıvı) ilave edilir. Daha sonra cihazın ön yüzeyinde bulunan zamanlayıcı ile deney süresi ayarlanır. Cihaz çalıştırılmadan önce kullanılacak olan aşındırıcı ve işlem görmemiş numuneler cihaza konulur ve cihaz çalıştırılır. Bu işlem sırasında su devir dayimi oldukça önemlidir. Su devir dayimi pompa sayesinde sağlanmaktadır. Konteynirden gelen suyun aşındırıcıların üzerine dökülme hızı optimum seviyede olmalıdır. Bu hız yapılmış olan bütün deneylerde “damlama” şeklinde ayarlanmıştır. Suyun cihazın içerisinde fazlaca birikmesi aşınmayı olumsuz yönde etkilediği için fazla su cihazın ucunda bulunan borudan tekrar konteynıra döner.

Parlatma işlemi de ECO-mini wet cihazıyla yapılmıştır. Cihazın yanında bulunan atık su konteynirinin içerisine önce pompa konulur, ardından 10 litre su ve 0,5 litre SC 4 bileşimi (parlatıcı sıvı) ilave edilir. Daha sonra cihazın ön yüzeyinde bulunan zamanlayıcı ile deney süresi ayarlanır. Cihaz çalıştırılmadan önce kullanılacak olan parlatıcı ve aşındırma işlemi yapılmış olan numuneler cihaza konulur ve cihaz çalıştırılır.

ECO-mini wet cihazının işleyişi, aşındırma ve parlatma işleminde aynıdır. Aralarındaki tek fark; aşındırma işleminde kullanılan SC 13 bileşimi (aşındırıcı sıvı), parlatma işleminde kullanılan SC 4 bileşimi (parlatıcı sıvı) dır.



Şekil 6.10 ECO-mini wet aşındırma cihazı.



Şekil 6.11 Çalışma esnasındaki ECO-mini wet aşındırma cihazı.

6.4 İşlem Gören Malzemeler

Deneyde kullanılan numuneler Zamak 5 alaşımından basınçlı döküm elçiktir. (fermuar çekeceği)



Şekil 6.12 İşlem görmemiş (as-cast) deney numuneleri.

6.5 Aşındırma Prosedürü

Deneysel çalışmaların ilk safhasında işlem görmemiş (as-cast) olan deney numunelerinden 6 adet numaralandırılıp ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları Çizelge 6.2' de gösterilmiştir. Deneyle tamamlandıktan sonra numunelerin işlem görmemiş haldeyken ölçülen değerlerinin ortalaması, oluşan grafiğin başlangıç noktası (0 dakika) kabul edilecektir.

Çizelge 6.2 İşlem görmemiş (as-cast) numunelerin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

	Ra
1 no.lu numune	1,75 μ m
2 no.lu numune	1,19 μ m
3 no.lu numune	1,18 μ m
4 no.lu numune	1,20 μ m
5 no.lu numune	1,36 μ m
6 no.lu numune	1,82 μ m

Deneyde işlem görmemiş olan numuneler belirlenmiş olan aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda numunelerden belirlenen sayıda alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir.

6.6 Yüzey Pürüzlülük Ölçümü

Deneyde Kullanılan Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı

Yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılırken Mitutoyo SurfTest – 211 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçüm yaparken doğru sonuçlara ulaşmak için oda sıcaklığına ve ortamda titreşim olmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 6.13 Mitutoyo surfTest – 211 yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı.

7. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

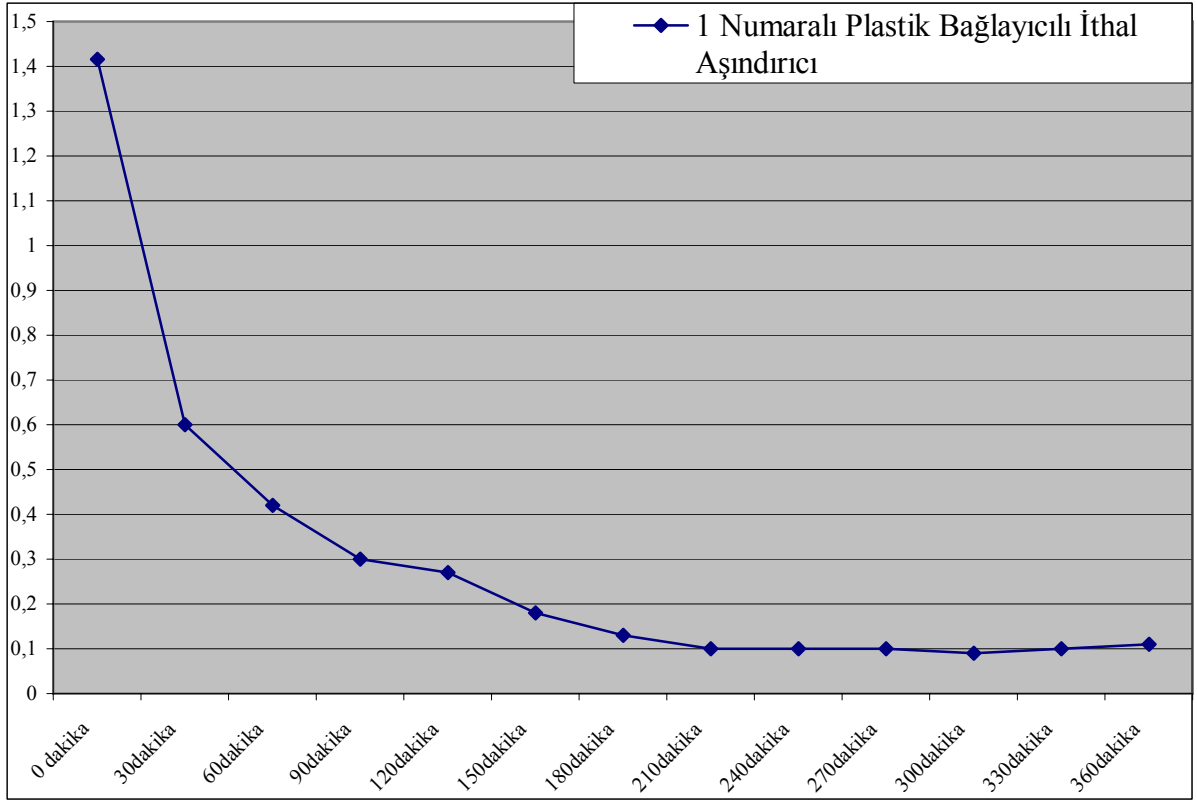
7.1 İthal Aşındırıcılarla Aşındırılan Numunelerde Yüzey Pürüzlülük – Aşındırma Zamanı İlişkisi

Öncelikle deneyde işlem görmemiş olan 36 adet numune 1 Numaralı 1,008gr Plastik Bağlayıcı İthal Aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 3 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.1’ de gösterilmiştir. Çizelge 7.1’ deki değerler baz alınarak Şekil 7.1 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.1 1 Numaralı plastik bağlayıcıli ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,67 μ m
30dakika	2 no.lu numune	0,60 μ m
30dakika	3 no.lu numune	0,72 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,74 μ m
60dakika	2 no.lu numune	0,42 μ m
60dakika	3 no.lu numune	0,55 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,30 μ m
90dakika	2 no.lu numune	0,39 μ m
90dakika	3 no.lu numune	0,33 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,27 μ m
120dakika	2 no.lu numune	0,44 μ m
120dakika	3 no.lu numune	0,28 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,23 μ m
150dakika	2 no.lu numune	0,40 μ m
150dakika	3 no.lu numune	0,18 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,14 μ m
180dakika	2 no.lu numune	0,13 μ m
180dakika	3 no.lu numune	0,16 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,14 μ m
210dakika	2 no.lu numune	0,10 μ m
210dakika	3 no.lu numune	0,21 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,14 μ m
240dakika	2 no.lu numune	0,10 μ m
240dakika	3 no.lu numune	0,14 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,10 μ m
270dakika	2 no.lu numune	0,14 μ m
270dakika	3 no.lu numune	0,13 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,12 μ m

300dakika	2 no.lu numune	0,09 μm
300dakika	3 no.lu numune	0,13 μm
330dakika	1 no.lu numune	0,10 μm
330dakika	2 no.lu numune	0,14 μm
330dakika	3 no.lu numune	0,13 μm
360dakika	1 no.lu numune	0,12 μm
360dakika	2 no.lu numune	0,11 μm
360dakika	3 no.lu numune	0,11 μm



Şekil 7.1 1 Numaralı plastik bağlayıcı ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.



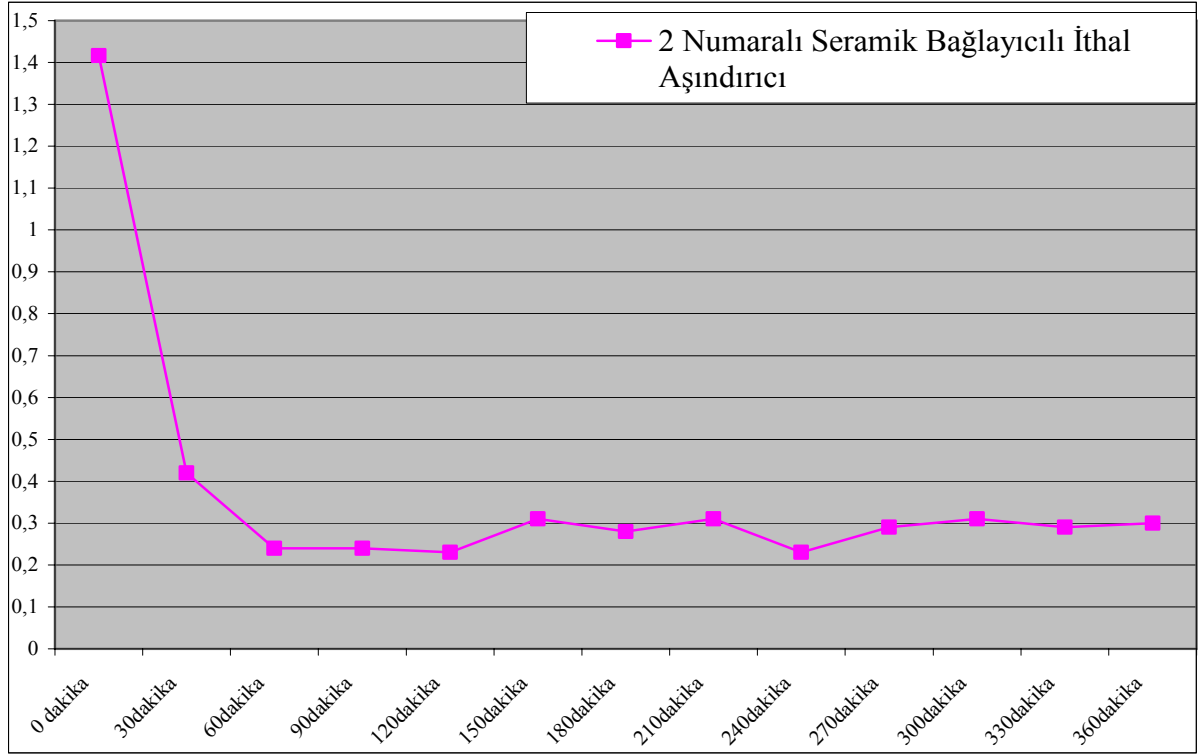
Şekil 7.2 1 Numaralı plastik bağlayıcılı ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Yapılan 2. deneyde işlem görmemiş olan 36 adet numune 2 Numaralı 1,510gr Seramik Bağlayıcılı İthal Aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 3 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.2' de gösterilmiştir. Çizelge 7.2' deki değerler baz alınarak Şekil 7.3 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.2 2 Numaralı seramik bağlayıcılı ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,44µm
30dakika	2 no.lu numune	0,44µm
30dakika	3 no.lu numune	0,42µm
60dakika	1 no.lu numune	0,35µm
60dakika	2 no.lu numune	0,38µm
60dakika	3 no.lu numune	0,24µm
90dakika	1 no.lu numune	0,28µm
90dakika	2 no.lu numune	0,34µm
90dakika	3 no.lu numune	0,24µm
120dakika	1 no.lu numune	0,23µm
120dakika	2 no.lu numune	0,29µm

120dakika	3 no.lu numune	0,27 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,36 μ m
150dakika	2 no.lu numune	0,34 μ m
150dakika	3 no.lu numune	0,31 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,28 μ m
180dakika	2 no.lu numune	0,30 μ m
180dakika	3 no.lu numune	0,31 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,32 μ m
210dakika	2 no.lu numune	0,31 μ m
210dakika	3 no.lu numune	0,35 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,23 μ m
240dakika	2 no.lu numune	0,26 μ m
240dakika	3 no.lu numune	0,35 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,35 μ m
270dakika	2 no.lu numune	0,40 μ m
270dakika	3 no.lu numune	0,29 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,31 μ m
300dakika	2 no.lu numune	0,37 μ m
300dakika	3 no.lu numune	0,36 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,52 μ m
330dakika	2 no.lu numune	0,29 μ m
330dakika	3 no.lu numune	0,44 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,46 μ m
360dakika	2 no.lu numune	0,36 μ m
360dakika	3 no.lu numune	0,30 μ m



Şekil 7.3 2 Numaralı seramik bağlayıcılı ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

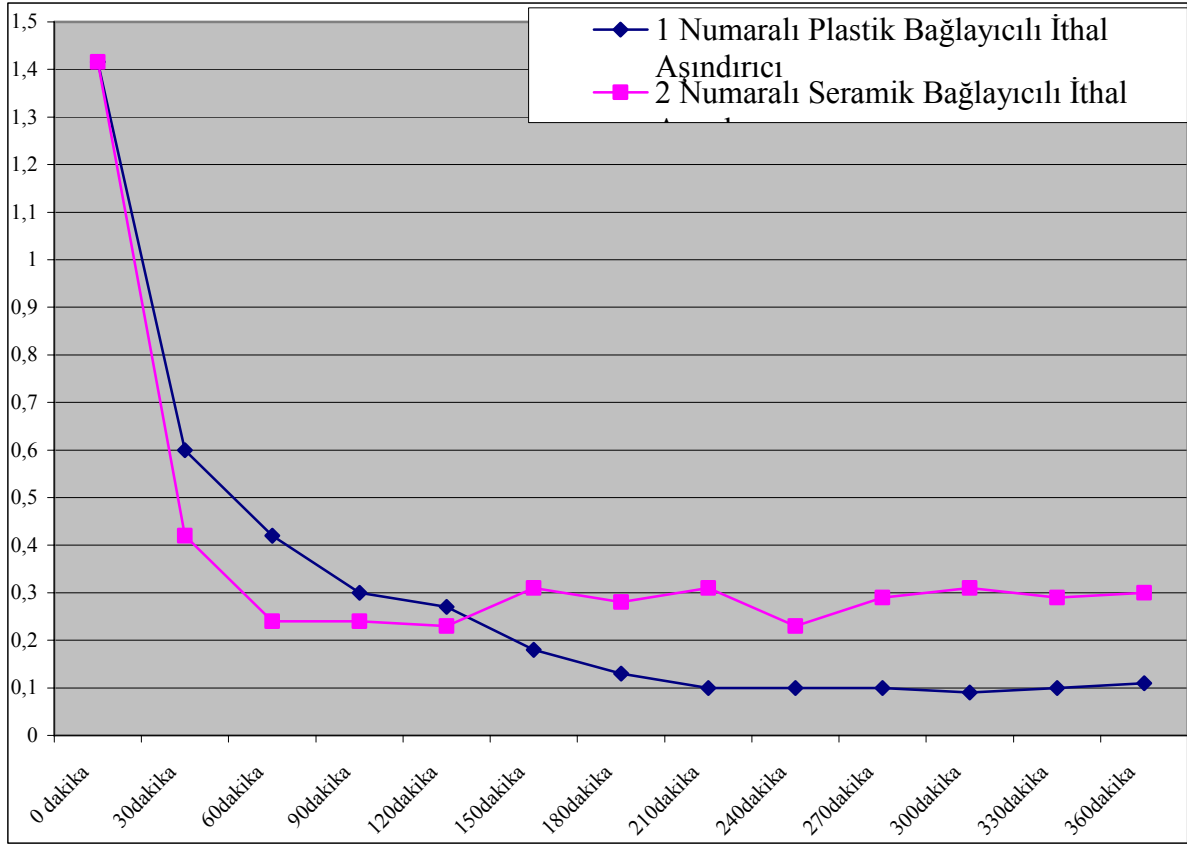


Şekil 7.4 2 Numaralı seramik bağlayıcılı ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Toplam 2 farklı ithal aşındırıcı ile yapılmış olan deneyler sonucunda oluşan minimum yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri Çizelge 7.3' te gösterilmiştir. Çizelge 7.3' teki değerler baz alınarak Şekil 7.5 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.3 2 Farklı ithal aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

	1 Numaralı Plastik Bağlayıcı İthal Aşındırıcı	2 Numaralı Seramik Bağlayıcı İthal Aşındırıcı
0 dakika	1,416	1,416
30dakika	0,6	0,42
60dakika	0,42	0,24
90dakika	0,3	0,24
120dakika	0,27	0,23
150dakika	0,18	0,31
180dakika	0,13	0,28
210dakika	0,1	0,31
240dakika	0,1	0,23
270dakika	0,1	0,29
300dakika	0,09	0,31
330dakika	0,1	0,29
360dakika	0,11	0,3



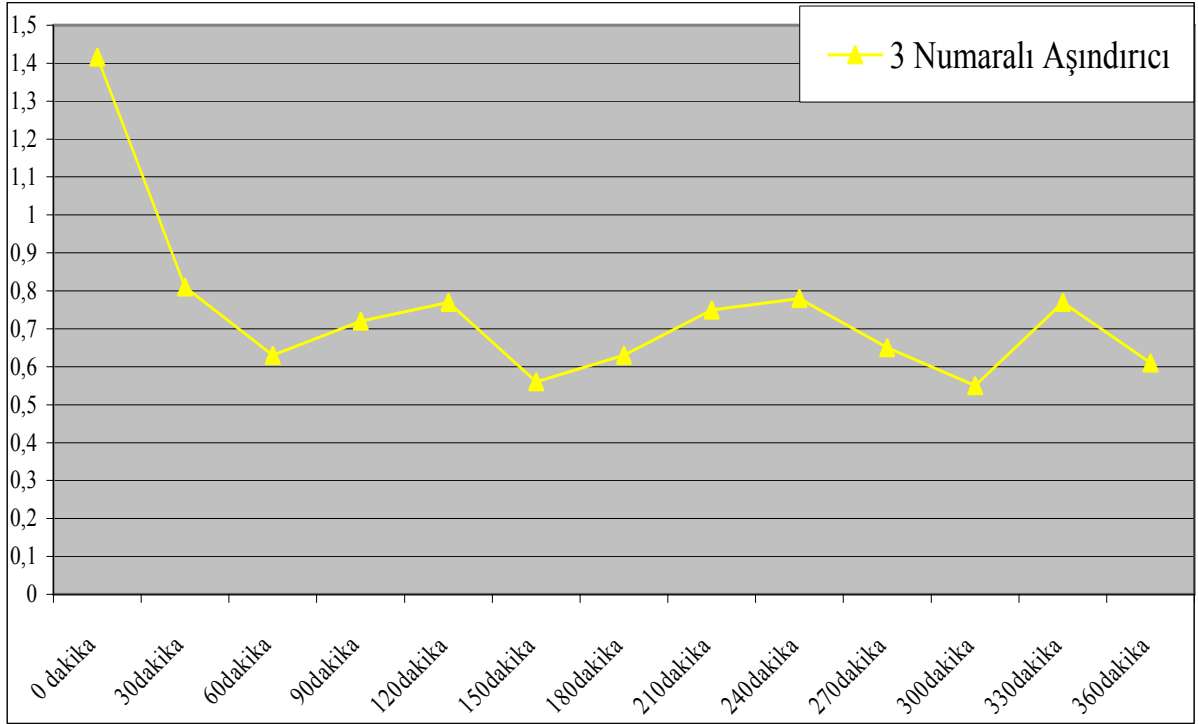
Şekil 7.5 İthal aşındırıcıların zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

7.2 Proje İçin Üretilen Aşındırıcılarla Aşındırılan Numunelerde Yüzey Pürüzlülük – Aşındırma Zamanı İlişkisi

Yapılan 3. deneyde işlem görmemiş olan 12 adet numune 3 numaralı 0,602 gr aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin 12 adet olarak kullanılmasının nedeni aşındırıcının gramajının az miktarda olmasıdır. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 1 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.4' te gösterilmiştir. Çizelge 7.4' teki değerler baz alınarak Şekil 7.6 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.4 3 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,81 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,63 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,72 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,77 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,56 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,63 μ m
210dakika	1 no.lu numune	1,44 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,88 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,65 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,55 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,87 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,61 μ m



Şekil 7.6 3 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.



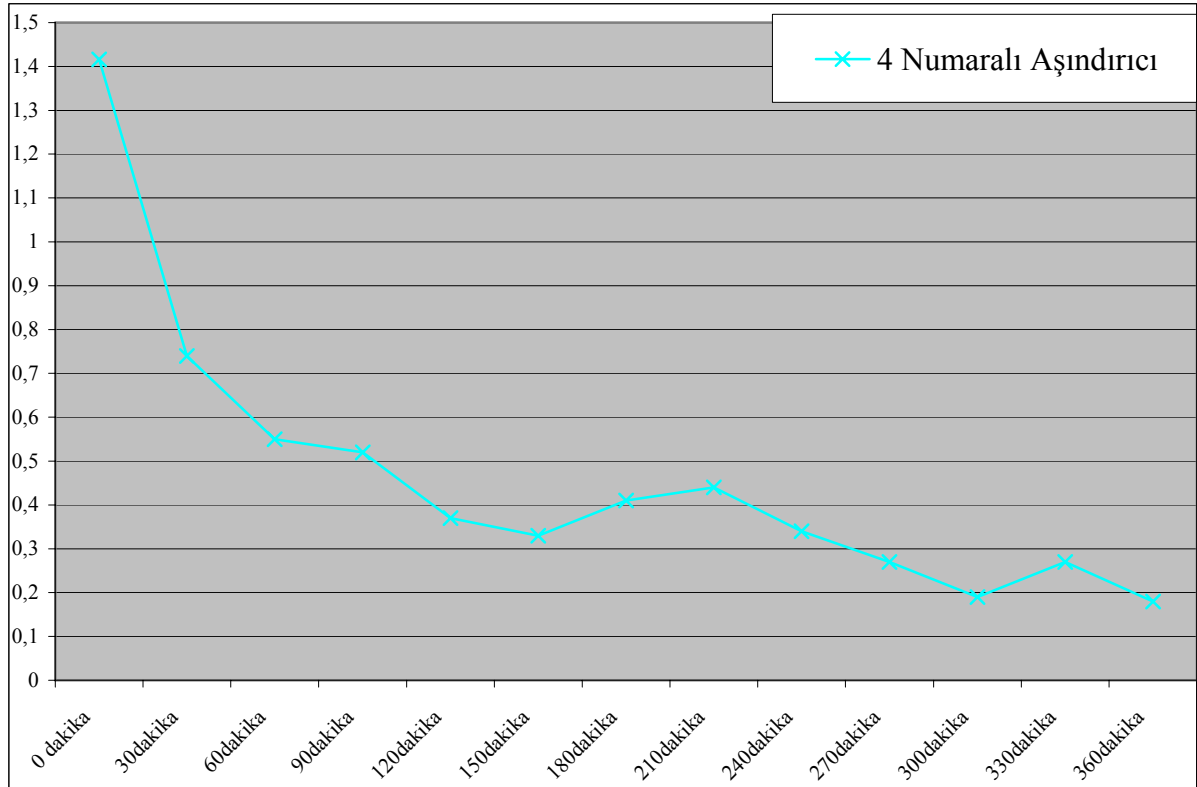
Şekil 7.7 3 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Yapılan 4. deneyde işlem görmemiş olan 12 adet numune 4 numaralı 0,501 gr aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin 12 adet olarak kullanılmasının nedeni

aşındırıcının gramajının az miktarda olmasıdır. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 1 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.5' te gösterilmiştir. Çizelge 7.5' teki değerler baz alınarak Şekil 7.8 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.5 4 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,74 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,55 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,52 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,37 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,33 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,41 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,64 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,34 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,27 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,19 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,47 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,18 μ m



Şekil 7.8 4 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

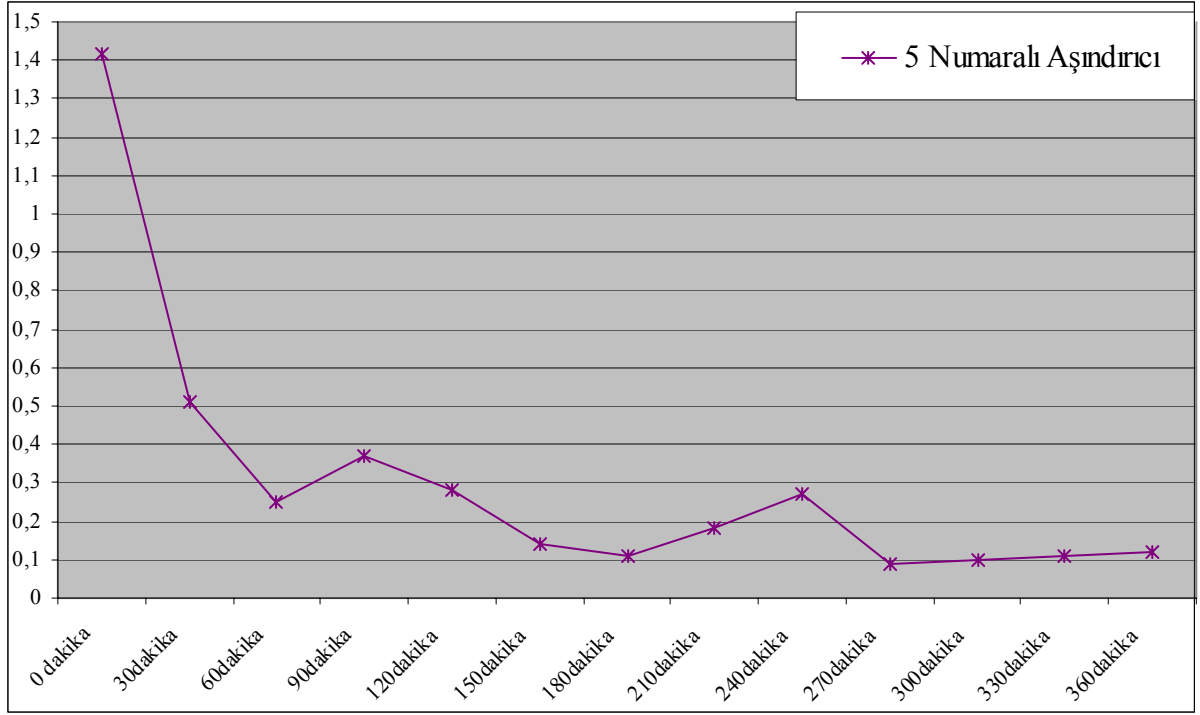


Şekil 7.9 4 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Yapılan 5. deneyde işlem görmemiş olan 12 adet numune 5 numaralı 0,300gr aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin 12 adet olarak kullanılmasının nedeni aşındırıcının gramajının az miktarda olmasıdır. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 1 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.6' da gösterilmiştir. Çizelge 7.6' daki değerler baz alınarak Şekil 7.10 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.6 5 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,51 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,25 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,37 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,18 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,14 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,11 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,18 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,37 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,09 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,10 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,11 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,12 μ m



Şekil 7.10 5 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

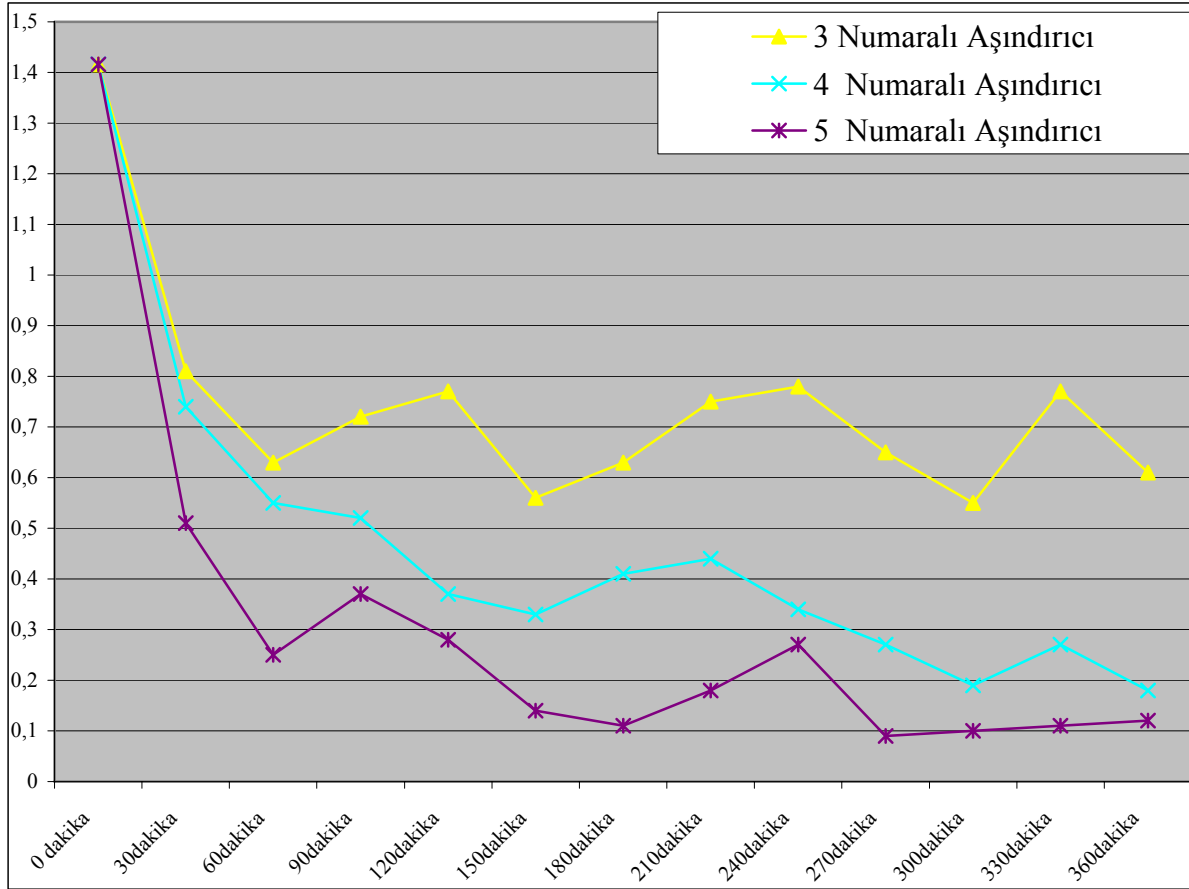


Şekil 7.11 5 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Toplam 3 farklı SiC aşındırıcı ile yapılmış olan deneyler sonucunda oluşan minimum yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri Çizelge 7.7' de gösterilmiştir. Çizelge 7.7' deki değerler baz alınarak Şekil 7.12 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.7 3 Farklı SiC aşındırıcılarla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

	3 Numaralı Aşındırıcı	4 Numaralı Aşındırıcı	5 Numaralı Aşındırıcı
0 dakika	1,416	1,416	1,416
30dakika	0,81	0,74	0,51
60dakika	0,63	0,55	0,25
90dakika	0,72	0,52	0,37
120dakika	0,77	0,37	0,28
150dakika	0,56	0,33	0,14
180dakika	0,63	0,41	0,11
210dakika	0,75	0,44	0,18
240dakika	0,78	0,34	0,27
270dakika	0,65	0,27	0,09
300dakika	0,55	0,19	0,1
330dakika	0,77	0,27	0,11
360dakika	0,61	0,18	0,12

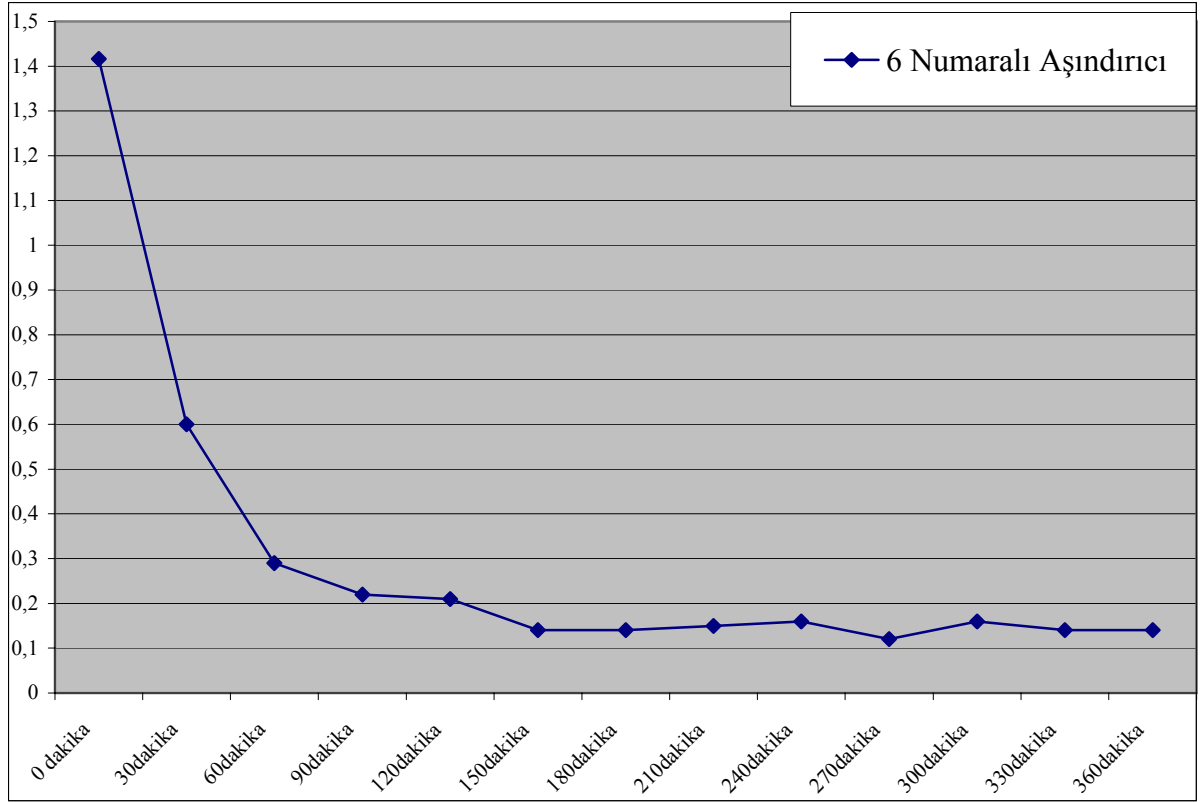


Şekil 7.12 SiC aşındırıcıların zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

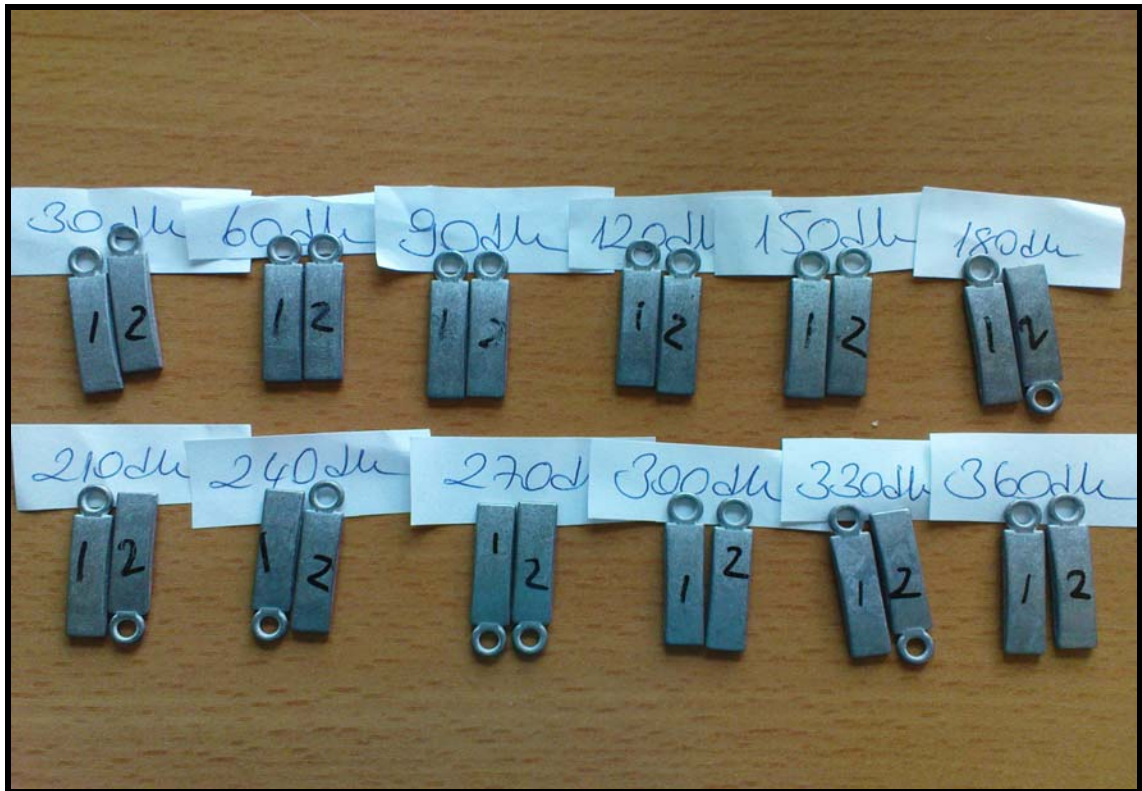
Yapılan 6. deneyde işlem görmemiş olan 24 adet numune 6 numaralı 0,674gr aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin 24 adet olarak kullanılmasının nedeni aşındırıcının gramajının az miktarda olmasıdır. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 2 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.8’ de gösterilmiştir. Çizelge 7.8’ deki değerler baz alınarak Şekil 7.13 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.8 6 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,60 μ m
30dakika	2 no.lu numune	0,76 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,29 μ m
60dakika	2 no.lu numune	0,38 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,61 μ m
90dakika	2 no.lu numune	0,22 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,60 μ m
120dakika	2 no.lu numune	0,21 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,59 μ m
150dakika	2 no.lu numune	0,14 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,14 μ m
180dakika	2 no.lu numune	0,40 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,27 μ m
210dakika	2 no.lu numune	0,15 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,16 μ m
240dakika	2 no.lu numune	0,20 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,15 μ m
270dakika	2 no.lu numune	0,12 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,50 μ m
300dakika	2 no.lu numune	0,16 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,14 μ m
330dakika	2 no.lu numune	0,27 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,14 μ m
360dakika	2 no.lu numune	0,29 μ m



Şekil 7.13 6 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

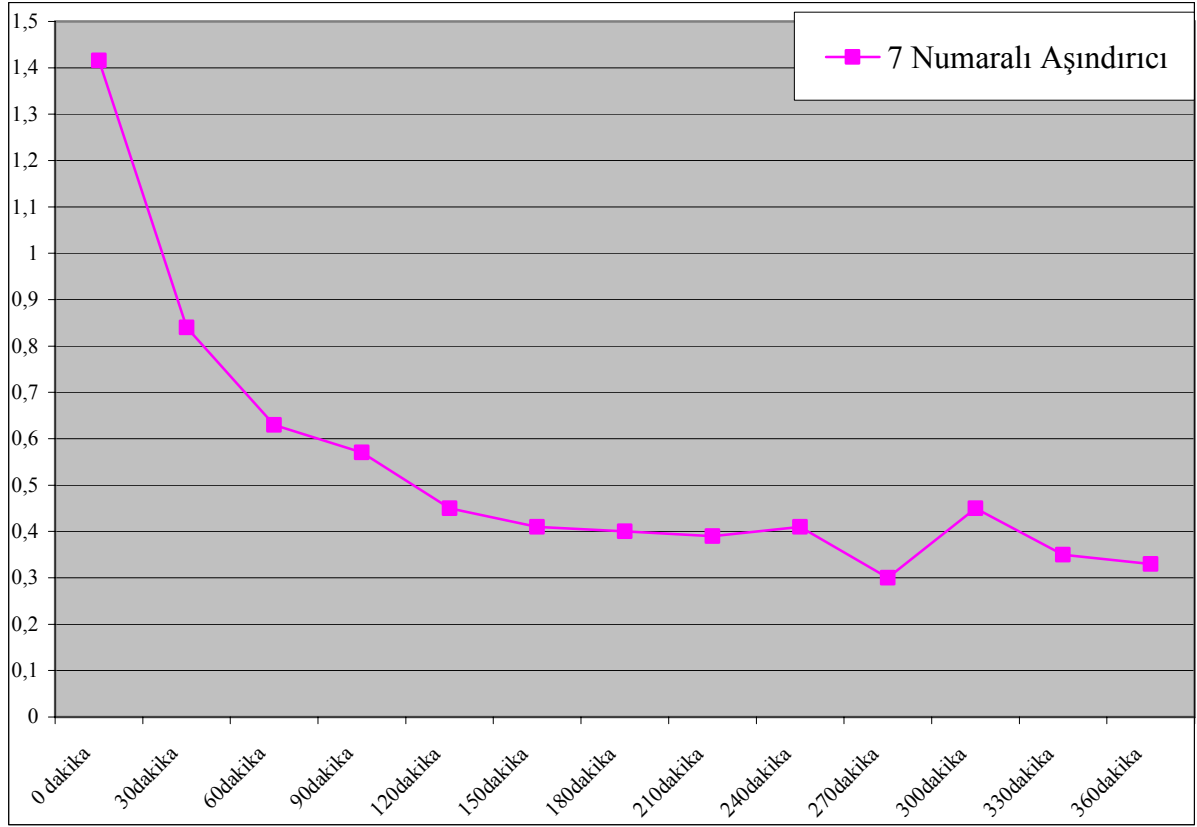


Şekil 7.14 6 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

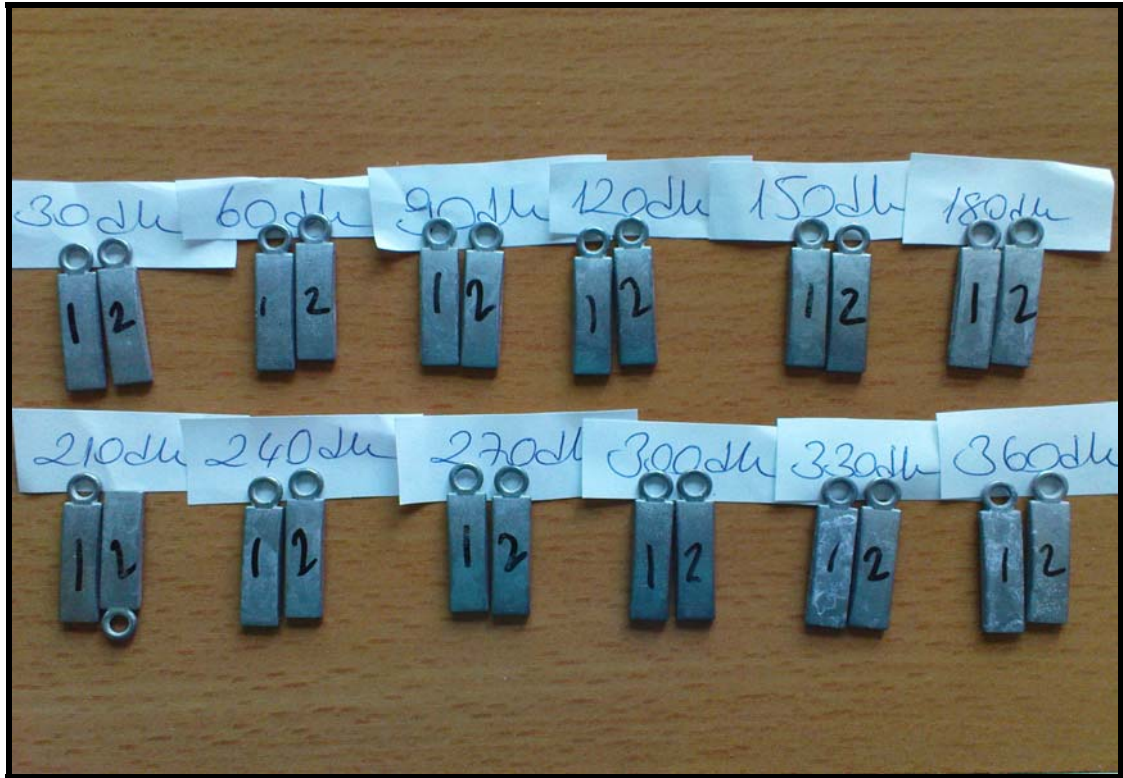
Yapılan 7. deneyde işlem görmemiş olan 24 adet numune 7 numaralı 0,659gr aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin 24 adet olarak kullanılmasının nedeni aşındırıcının gramajının az miktarda olmasıdır. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 2 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.9' da gösterilmiştir. Çizelge 7.9' daki değerler baz alınarak Şekil 7.15 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.9 7 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,84 μ m
30dakika	2 no.lu numune	0,84 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,63 μ m
60dakika	2 no.lu numune	0,79 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,57 μ m
90dakika	2 no.lu numune	0,57 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,45 μ m
120dakika	2 no.lu numune	0,41 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,41 μ m
150dakika	2 no.lu numune	0,65 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,67 μ m
180dakika	2 no.lu numune	0,40 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,39 μ m
210dakika	2 no.lu numune	0,42 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,84 μ m
240dakika	2 no.lu numune	0,47 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,57 μ m
270dakika	2 no.lu numune	0,20 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,45 μ m
300dakika	2 no.lu numune	0,63 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,73 μ m
330dakika	2 no.lu numune	0,35 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,33 μ m
360dakika	2 no.lu numune	0,77 μ m



Şekil 7.15 7 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

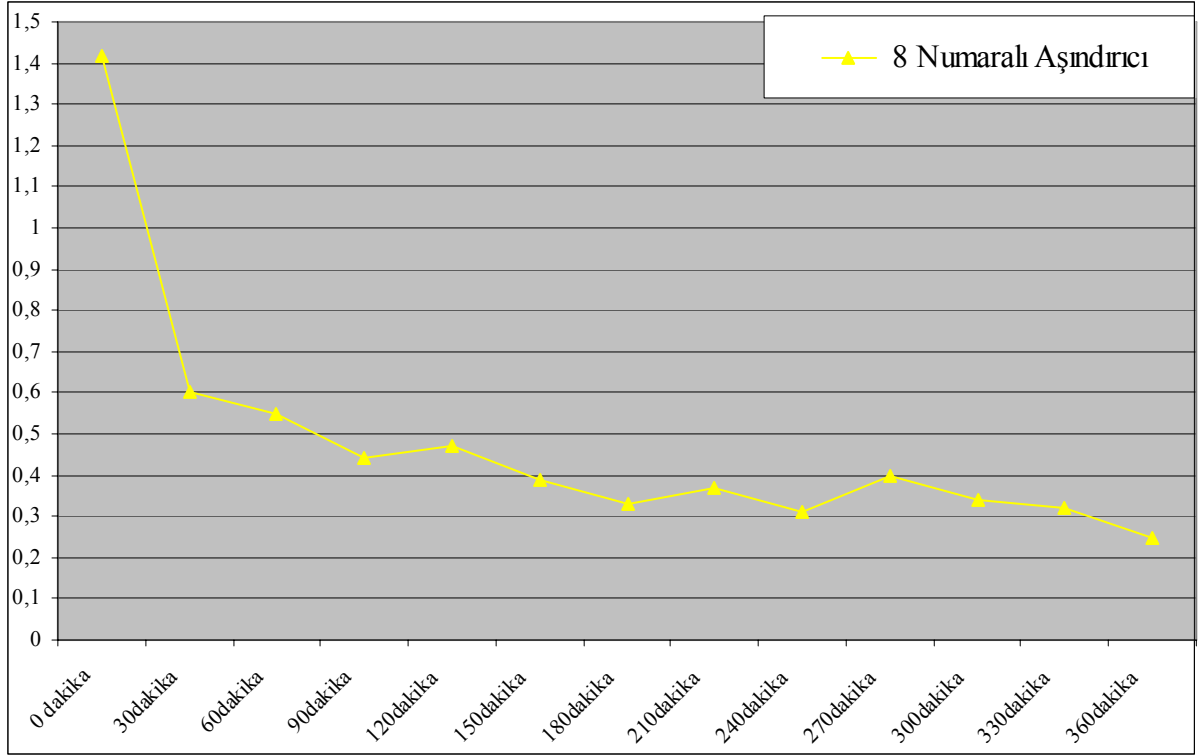


Şekil 7.16 7 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Yapılan 8. deneyde işlem görmemiş olan 24 adet numune 8 numaralı 0,526gr aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin 12 adet olarak kullanılmasının nedeni aşındırıcının gramajının az miktarda olmasıdır. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 2 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.10' da gösterilmiştir. Çizelge 7.10' daki değerler baz alınarak Şekil 7.17 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.10 8 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,80 μ m
30dakika	2 no.lu numune	0,60 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,55 μ m
60dakika	2 no.lu numune	0,85 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,62 μ m
90dakika	2 no.lu numune	0,44 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,47 μ m
120dakika	2 no.lu numune	0,62 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,39 μ m
150dakika	2 no.lu numune	0,49 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,33 μ m
180dakika	2 no.lu numune	0,54 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,37 μ m
210dakika	2 no.lu numune	0,54 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,62 μ m
240dakika	2 no.lu numune	0,21 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,44 μ m
270dakika	2 no.lu numune	0,55 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,34 μ m
300dakika	2 no.lu numune	0,40 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,32 μ m
330dakika	2 no.lu numune	0,60 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,37 μ m
360dakika	2 no.lu numune	0,25 μ m



Şekil 7.17 8 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

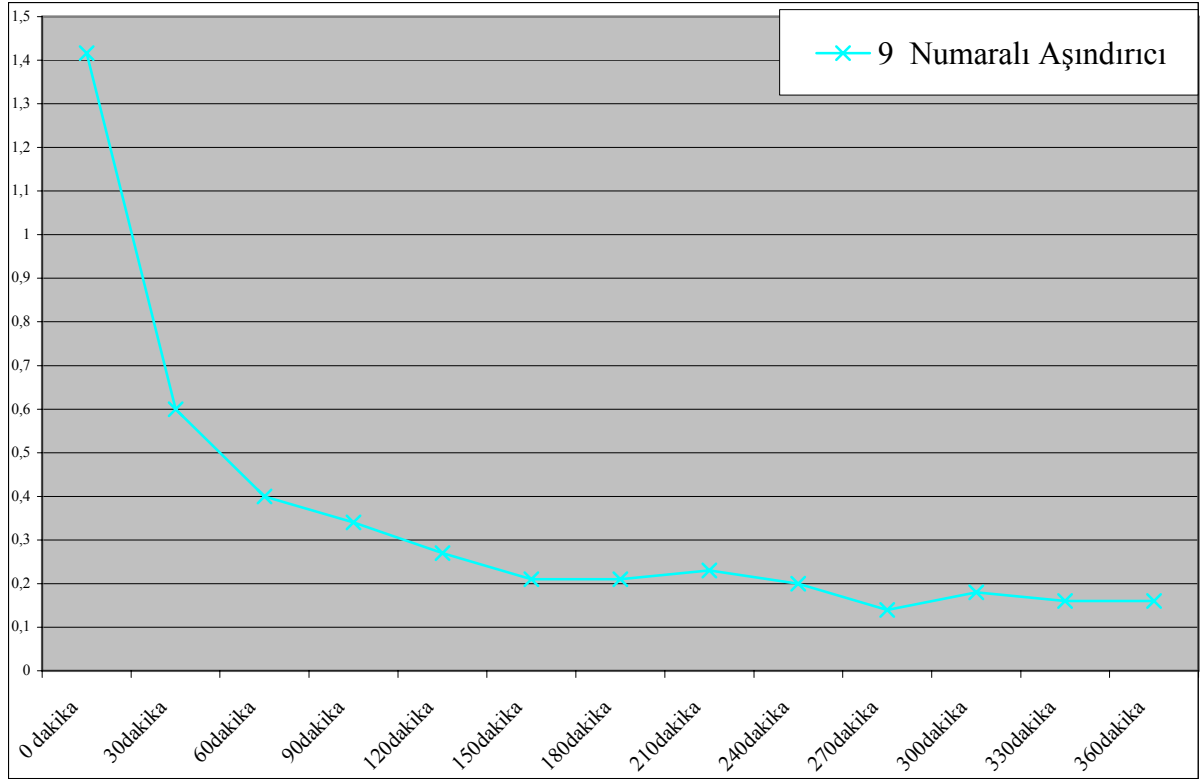


Şekil 7.18 8 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Yapılan 9. deneyde işlem görmemiş olan 24 adet numune 9 numaralı 0,359gr aşındırıcıyla aşındırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerin 24 adet olarak kullanılmasının nedeni aşındırıcının gramajının az miktarda olmasıdır. Aşındırma işlemi devam ederken her 30 dakika sonunda 2 adet numune alınarak yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. Aşındırma işlemi 360 dakika boyunca devam etmiştir. Ölçüm sonuçları Çizelge 7.11’ de gösterilmiştir. Çizelge 7.11’ deki değerler baz alınarak Şekil 7.19 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.11 9 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

		Ra
30dakika	1 no.lu numune	0,60 μ m
30dakika	2 no.lu numune	0,68 μ m
60dakika	1 no.lu numune	0,40 μ m
60dakika	2 no.lu numune	0,40 μ m
90dakika	1 no.lu numune	0,34 μ m
90dakika	2 no.lu numune	0,36 μ m
120dakika	1 no.lu numune	0,30 μ m
120dakika	2 no.lu numune	0,27 μ m
150dakika	1 no.lu numune	0,21 μ m
150dakika	2 no.lu numune	0,24 μ m
180dakika	1 no.lu numune	0,21 μ m
180dakika	2 no.lu numune	0,25 μ m
210dakika	1 no.lu numune	0,30 μ m
210dakika	2 no.lu numune	0,23 μ m
240dakika	1 no.lu numune	0,22 μ m
240dakika	2 no.lu numune	0,20 μ m
270dakika	1 no.lu numune	0,18 μ m
270dakika	2 no.lu numune	0,14 μ m
300dakika	1 no.lu numune	0,19 μ m
300dakika	2 no.lu numune	0,18 μ m
330dakika	1 no.lu numune	0,22 μ m
330dakika	2 no.lu numune	0,16 μ m
360dakika	1 no.lu numune	0,16 μ m
360dakika	2 no.lu numune	0,21 μ m



Şekil 7.19 9 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numunelerinin zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

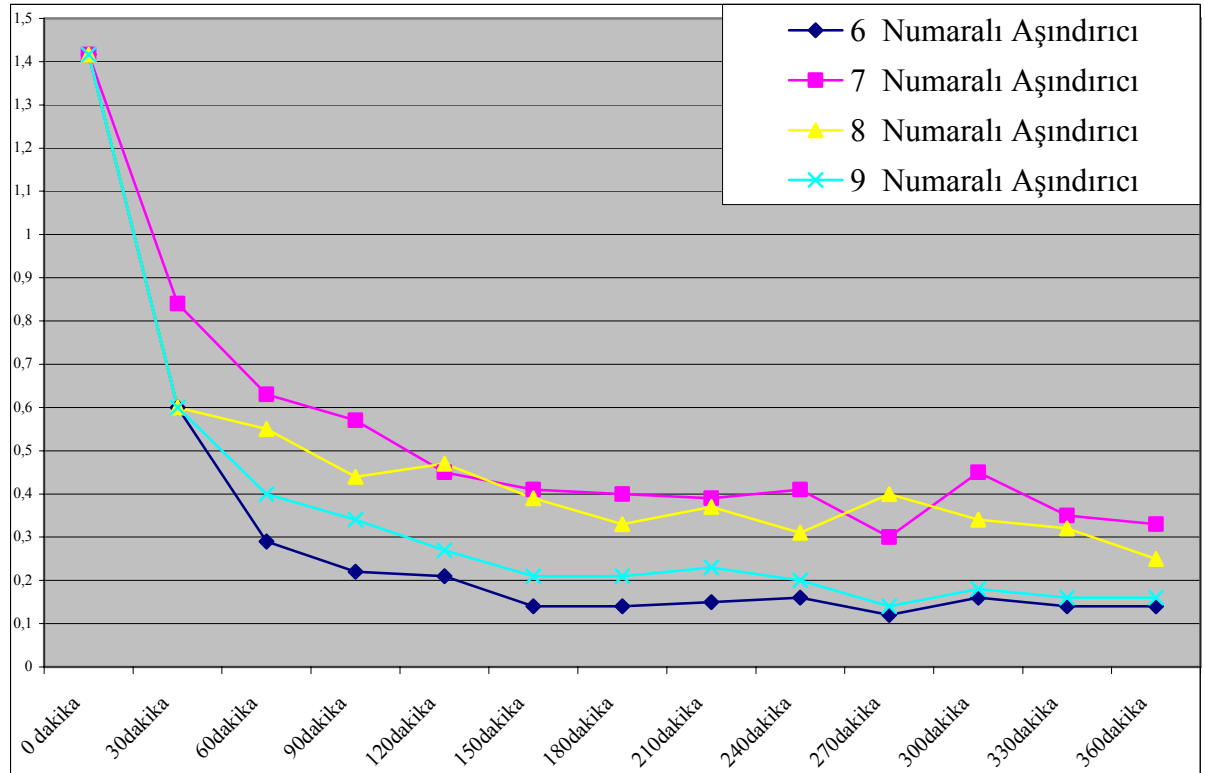


Şekil 7.20 9 Numaralı aşındırıcıyla aşındırılan deney numuneleri.

Toplam 4 farklı Al_2O_3 aşındırıcı ile yapılmış olan deneyler sonucunda oluşan minimum yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri Çizelge 7.12' de gösterilmiştir. Çizelge 7.12' deki değerler baz alınarak Şekil 7.21 oluşturulmuştur.

Çizelge 7.12 4 Farklı Al_2O_3 aşındırıcılarla aşındırılan deney numunelerinin yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri.

	6 Numaralı Aşındırıcı	7 Numaralı Aşındırıcı	8 Numaralı Aşındırıcı	9 Numaralı Aşındırıcı
0 dakika	1,416	1,416	1,416	1,416
30dakika	0,6	0,84	0,6	0,6
60dakika	0,29	0,63	0,55	0,4
90dakika	0,22	0,57	0,44	0,34
120dakika	0,21	0,45	0,47	0,27
150dakika	0,14	0,41	0,39	0,21
180dakika	0,14	0,4	0,33	0,21
210dakika	0,15	0,39	0,37	0,23
240dakika	0,16	0,41	0,31	0,2
270dakika	0,12	0,3	0,4	0,14
300dakika	0,16	0,45	0,34	0,18
330dakika	0,14	0,35	0,32	0,16
360dakika	0,14	0,33	0,25	0,16



Şekil 7.21 Al_2O_3 aşındırıcıların zaman-yüzey pürüzlülük ölçüm değerleri grafiği.

7.3 Parlatma İşlemi Yapılan Numunelerde YüzeY Pürüzlülük – Aşındırma Zamanı İlişkisi

Elde edilen veriler doğrultusunda istenilen yüzeY pürüzlülük değeri ne ulaşıl an numunelere parlatma işle mi uygulanmıştır. YüzeY pürüzlülük değeri leri uygun çı kmadığı için, 3 numaralı aşındırıcıyla aşındırılmış numunelere parlatma işle mi yapılmamıştır.

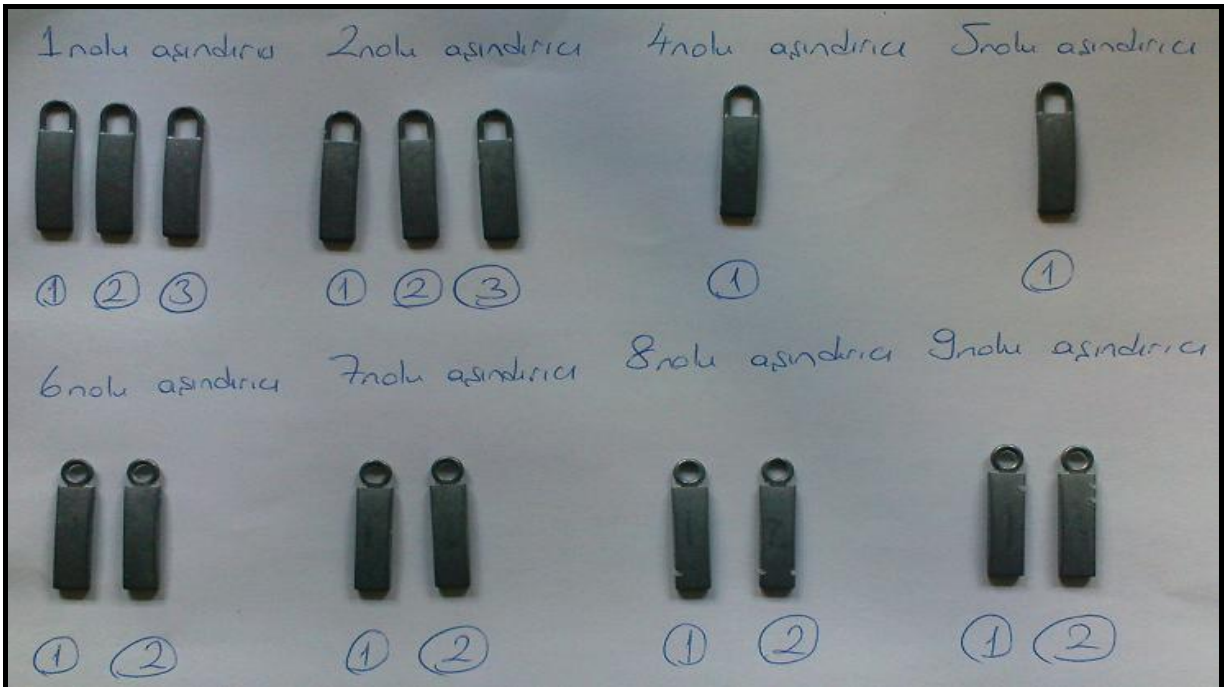
Parlatılan numunelerin yüzeY pürüzlülüğü ölçülerek incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışma sonucunda yapılmış olan aşındırma işle minden sonra seçilen numunelerin 1 saatlik parlatma işle mi sonucundaki yüzeY pürüzlülükleri Çizelge 7.13’ te gösterilmiştir.

Çizelge 7.13 Parlatma işle mi yapılan deney numunelerinin yüzeY pürüzlülük ölçüm değeri leri.

		Aşındırıldıktan Sonra Ölçülen Ra	Parlatıldıktan Sonra Ölçülen Ra
1 Numaralı Plastik Bağlayıcı İthal Aşındırıcı (270 dakika)	1 no.lu numune	0,10 μ m	0,10 μ m
	2 no.lu numune	0,14 μ m	0,13 μ m
	3 no.lu numune	0,14 μ m	0,14 μ m
2 Numaralı Seramik Bağlayıcı İthal Aşındırıcı (120 dakika)	1 no.lu numune	0,23 μ m	0,11 μ m
	2 no.lu numune	0,29 μ m	0,12 μ m
	3 no.lu numune	0,27 μ m	0,12 μ m
4 Numaralı Aşındırıcı (270dakika)	1 no.lu numune	0,27 μ m	0,12 μ m
5 Numaralı Aşındırıcı (180dakika)	1 no.lu numune	0,11 μ m	0,08 μ m
6 Numaralı Aşındırıcı (210dakika)	1 no.lu numune	0,27 μ m	0,38 μ m
	2 no.lu numune	0,15 μ m	0,16 μ m
7 Numaralı Aşındırıcı (210dakika)	1 no.lu numune	0,39 μ m	0,49 μ m
	2 no.lu numune	0,42 μ m	0,42 μ m
8 Numaralı Aşındırıcı (240dakika)	1 no.lu numune	0,62 μ m	0,43 μ m
	2 no.lu numune	0,21 μ m	0,20 μ m
9 Numaralı Aşındırıcı (180dakika)	1 no.lu numune	0,21 μ m	0,19 μ m
	2 no.lu numune	0,25 μ m	0,18 μ m



Şekil 7.22 Plastik bağlayıcı ithal parlatıcı.



Şekil 7.23 Plastik bağlayıcı ithal parlatıcıyla yapılan deney numuneleri.

8. GENEL SONUÇ

Yapılan deneylerde 9 farklı aşındırıcı kullanılarak, aşındırıcıların yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi araştırılmıştır. İthal aşındırıcılarla proje için ürettiğimiz aşındırıcıların, yüzey pürüzlülüğü karşılaştırılarak aşınma hızlarının (işleme hızı), yüzey pürüzlülüğüne etkileri ve yüzey bitirme işlemlerinde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

İthal aşındırıcılar, proje için ürettiğimiz aşındırıcılarla karşılaştırmak amacıyla edinilmiş numunelerdir. Bileşimleri patentli olduğu için içeriği gizlidir. Bu aşındırıcılar her hangi bir işlemde geçirilmemiştir ve hiç bir ilave yapılmamıştır. İthal aşındırıcılardan elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri birbirine çok yakındır.

Metal kaldırma yüzdesi, kullanılan aşındırıcı ortamına bağlıdır. Daha kaba taneli olan aşındırıcı yüzeyi, ince taneliye göre, daha derinden keser ve yüzeyden daha çok metal uzaklaştırır. Bunun sonucu olarak daha kaba taneli aşındırıcı, yüzeyden daha fazla metal uzaklaştırır. Fakat daha az yüzey pürüzlülüğüne daha ince taneli aşındırıcılarla ulaşılır.

Proje için ürettiğimiz bazı aşındırıcılarda ortalama tane boyutu kaba taneli, bazılarında ise kıyaslama yapabilmek için ince taneli kullanılmıştır. İnce taneli malzeme kullanımının ve belli oranlarda doğru ilaveler eklenmesinin yüzey pürüzlülüğünü olumlu etkilediği yapılan araştırmalar ile doğrulanmıştır. Buna göre en kaba taneli aşındırıcı olan 3 numaralı aşındırıcıyla elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin diğer aşındırıcılarla kıyaslandığında oldukça yetersiz olduğu gözlemlenmiştir.

Deney numunelerinden elde edilen yüzey pürüzlülük – aşındırma zamanı ilişkisi grafikleri, aşındırıcıların kesme kapasitesini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Grafiklerden de görüldüğü üzere önemli oranda kesme kapasitesi yüksek olan aşındırıcı 3 numaralı aşındırıcı, kesme kapasitesi düşük olanlar ise 1, 2, 5, 6, 9 numaralı aşındırıcılardır. Buna göre SiC içeren proje için ürettiğimiz 3 adet aşındırıcı arasından en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilen 5 numaralı aşındırıcıyken, Al₂O₃ içeren proje için ürettiğimiz 4 adet aşındırıcı arasından en iyi yüzey pürüzlülüğü değeri elde edilen 6 numaralı aşındırıcıdır.

Bilinen ortamda zamana bağlı olarak minimum yüzey pürüzlülüğüne ulaşmak, malzemenin ilk baştaki yüzey pürüzlülüğüne bağlıdır. Bir pürüzlü yüzeye yapılan işlem daha pürüzsüz yüzeye göre daha uzun sürmektedir. Bundan dolayı daha önceki üretim işlemlerinde ne kadar iyi bir yüzey elde edilirse, aşındırma için gerekli zamanı ve çabayı daha da azaltır. Deneyde kullanılan numunelerin işlem görmemiş haldeki yüzey pürüzlülük değerlerinin aynı olduğu

bilindiğine göre, bu faktörün etkisi yoktur.

Bilinen aşındırıcı ve aşındırıcı tane boyutunda, devam eden aşındırma işlemindeki uygulanan zaman dikkate alınmaksızın minimum yüzey pürüzlülüğüne ulaşılabilir. Bu minimum limite ulaşıldığında geri kalan zamanda yapılan işlem, aşamalı olarak düzgün olarak elde edilen yüzeyin kaybıdır.

Aşındırıcı kullanılarak yapılan parlatmada çok sert aşındırıcılar, temas halinde olan yüzey üzerinde hareket ederek malzeme yüzeyinde bol miktarda çizik bırakırlar. Bu çiziklerin derinliği, aşındırıcı partikül boyutuna bağlıdır. Göt gide daha ince partikül boyutuna sahip aşındırıcılar kullanılması ile daha pürüzsüz yüzey elde edilebilir. Parlatma sırasında yüzey pürüzlülüğü, parlatma zamanının artmasıyla azalır.

Yapılan parlatma işleminin sonunda ölçülmüş olan yüzey pürüzlülük değerleri incelendiğinde, aşındırma işleminden sonra yapılan parlatmanın yüzey pürüzlülüğünü çok yüksek oranlarda düşürmediğini yalnızca yüzeyde kalan son izleri temizleyerek parlattığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Akkurt, M., (2004), Takım Tezgahları Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi, İstanbul, 258-259.

Arpacı A. ve Yıldırım, İ., (2004) “Basıncısız Sinterlenmiş Silisyum Karbürde İy yapının Kırılma Tokluğuna Etkisi”, İtü Dergisi/d Mühendislik Cilt:3, Sayı:1, 98-104, İ.T.Ü., Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Bilici, M.K., (2004) “Alaşımsız Dökme Demirlerin Aşınma Özelliği”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 45-54.

Corti C.W. and Faccenda, V., (1999) ‘Polishing: the basic principles’, WOR/6615 Facenda Tech web, 7-10.

Demirel, H., (2005) “Plastik Esaslı Model Malzemelerinin Aşınma Özelliklerinin Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Aralık 2005. 37-42.

DPT, (2001) “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri IV (Bentonit-Barit-Diatomit-Aşındırıcılar) Çalışma Grubu Raporu.”, (DPT. 2621 – ÖİK. 636) Ankara, 61-64.

Eyre, T. S., (1991) “Friction and Wear Control in Industry”, Surface Engineering.

Faccenda , V., (1999) “ Finishing The Cast Product”, Gold Technology, Sayı 26, 36-44.

Gitzen, W.H., (1970) Alumina as a Ceramic Material, The American Ceramic Society Inc.

Güllü, A. ve Çalimli, H., (2005) “Lepleme İşleme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkilerinin Araştırılması”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18(2): 229-237, Ankara.

Hart, L.D. and Lense, E., (1990) Alumina Chemicals: Science and Technology Handbook, The American Ceramic Society Inc.

Halling, J., (1976) “Introduction to Tribology”, 1st Ed., Wykeham Publications Ltd., London.

Karabaşoğlu, M., (2008) “Aşınma Deney Cihazı Tasarımı ve İmalatı”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 10-20.

Moore, M. A., (1974) “The Relationship Between The Abrasive Wear Resistance”, Wear, 59-65.

Moser, M., (2001), “Polishing Up on Finishing: Finishing Jewellery by Machine”, Gold Technology, Sayı 31, 29-34.

Şahin, Y., (2001) “Talaş Kaldırma Prensipleri, II”, Gazi Yayınevi, Ankara.

Yıldırım, İ., (2002) “Al₂O₃ ve SiC’ün Mukavemet Özellikleri Üzerine Üretim Şartları ve Bileşimin Etkisi”, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

İNTERNET KAYNAKLARI

[1] <http://www.makineteknolojisi.com/asinma.htm> , 04.08.2009

[2] http://www.tradeget.com/free_list/p55680/Our_Product.html , 10.08.2009

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 28.02.1983

Doğum yeri Trabzon

Lise 1997–2001 Çemberlitaş Anadolu Lisesi

Lisans 2002–2003 Yıldız Teknik Üniversitesi Yabancı Diller Fakültesi
İngilizce Hazırlık
2003–2007 Yıldız Teknik Üniversitesi Metalürji ve Malzeme
Müh. Bölümü

Yüksek Lisans 2007–2009 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Metalürji ve Malzeme Müh. Anabilim Dalı,
Malzeme Programı

Çalıştığı kurum

2008-Devam Ediyor Asfen Makina ve Tarım Aletleri San. Ve Tic. A.Ş.
Kalite Yönetim Müdürü