Okan Üniversitesi MYO

MMAK155
TEMEL İMALAT İŞLEMLERİ

Ders Yürütücüsü:
Öğr. Gör. Eren Kayaoğlu

eren.kayaoglu@okan.edu.tr

DERS 9

Temel İmalat İşlemleri

Ders Sunumları (.pdf) + Kaynaklar

http://**okanuni.eren.xyz**

Web adresinden indirebilirsiniz.

İmal Usulleri

Döküm / Katılaştırma	Talaşlı Şekil Verme	Plastik Şekil Verme	Birleştirme
Demir Esaslı	Torna	Serbest Dövme ve Basma	Kaynak Tekniği
Demir Esaslı Olmayan	Freze	Kalıpta Dövme ve Basma	* TIG, MIG, Laser
	Matkap	Ekstrüzyon	* Elektrik ark
Kum Kalıba	Azdırma, Vida Açma	Haddeleme	* Gaz altı, toz altı
Sürekli Kalıba	Taşlama (Aşındırma)	Tel Çekme	* Oksi-asetilen
Basınçlı	Vargel / Planya	Ovalama (vida dişi açma)	* Sürtünme, ultrasonik
Santrifüj	Rayba	Bükme, kıvırma	Puntalama
Plastik Enjeksiyon	Broş	Presleme	Lehimleme
Silikon Kalıplama	Lazer / Su Jeti ile kesme		Perçinleme
	Testere ile kesme		Yapıştırma
	Isıl ve Kimyasal Yöntemler		

Talaş Kaldırma Yöntemleri

- Talaşlı Şekil Verme -

[Material Removing Processes]

- Çıkarmalı / Eksiltmeli İmalat -

[Subtractive Manufacturing]

Talaş Kaldırma Yöntemleri [Material Removing]

○ Tornalama	○ Testere ile kesme	○ Taşlama	○ Kılavuz çekme
○ Frezeleme	○ Lazer ile kesme	○ Eğeleme	○ Pafta çekme
○ Matkap	○ Su Jeti ile kesme	○ Zımparalama	○ Diş Açma
○ Planya	○ Plazma ile kesme	○ Bileme	○ Dişli Azdırma
○ Vargel			○ Dişli Açma
○ Raybalama		○ Honlama	
○ Broşlama	○ Ultrasonik İşleme	○ Lepleme	
○ Borlama	○ Elektrokimyasal İşleme		
	○ Elektro Erozyon (EDM)		

Aşındırmalı İşleme Yöntemleri

- ✓Taşlama
- ✓Honlama
- ✓Lepleme
- ✓Super Finish

Aşındırmalı İşleme Yöntemleri

- ✓Taşlama

Taşlama / Aşındırmalı İşleme

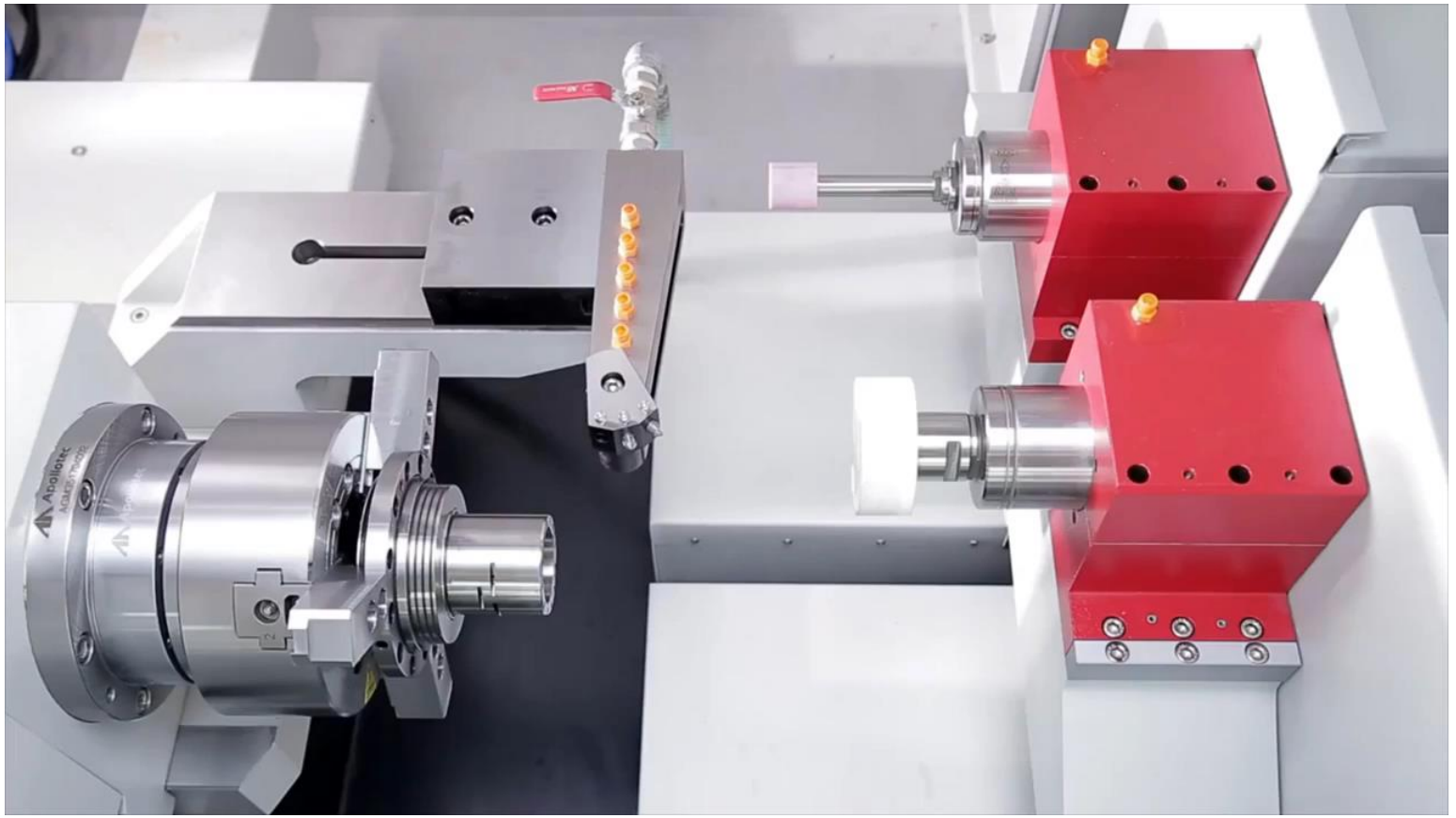
- Tekerlek biçimli ‘taş’ denen takımların yapısında bulunan, genellikle sert ve aşındırıcı, parçacıkların hareketi ile **aşındırarak malzeme kaldırma** yöntemi
- Parçanın geometrisi geleneksel işleme yöntemleriyle işlenip çıkarıldıktan sonra, genellikle **bitirme operasyonlarında** taşlama yöntemleri kullanılır
- Taşlama taşı genellikle disk şeklindedir ve yüksek dönme hızları için hassas olarak dengelenmiştir (balance)
- Taşlama en önemli aşındırıcılı yöntemdir
- Diğer aşındırıcı yöntemler: honlama, lepleme, çok hassas (superfinish), polisaj ve parlatma

Taşlama / Aşındırmalı İşlemenin Önemi

- Her türlü malzemede kullanılabilir
- Son derece ince yüzey bitirme elde edilebilir (pürüzsüz yüzey)
- Çok sıkı toleranslarla hassas boyutlarda parça işlenebilir

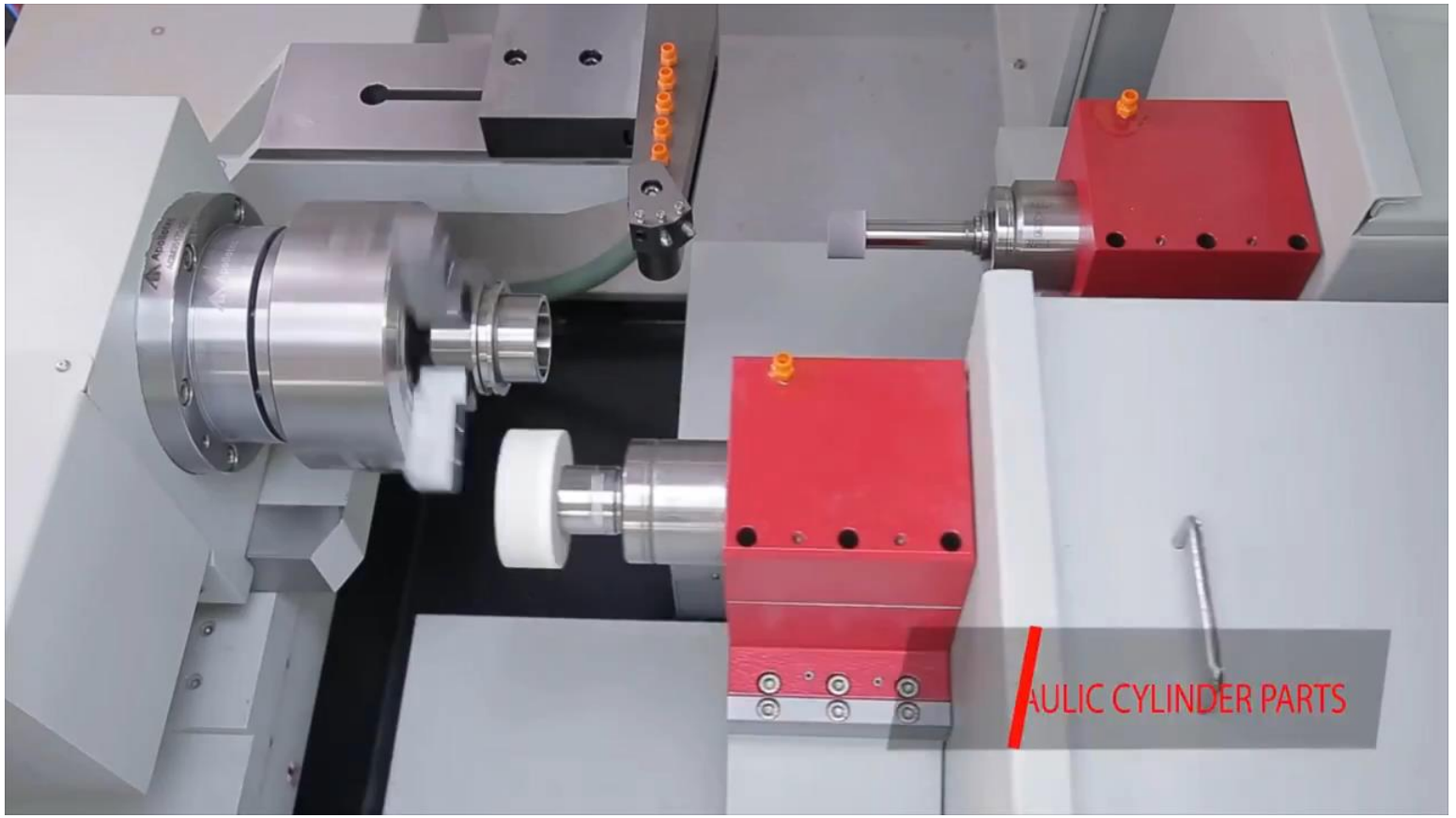
Taşlama / Aşındırmalı İşleme

- Örnek video:
  CNC Taşlama
  (CNC Grinder)



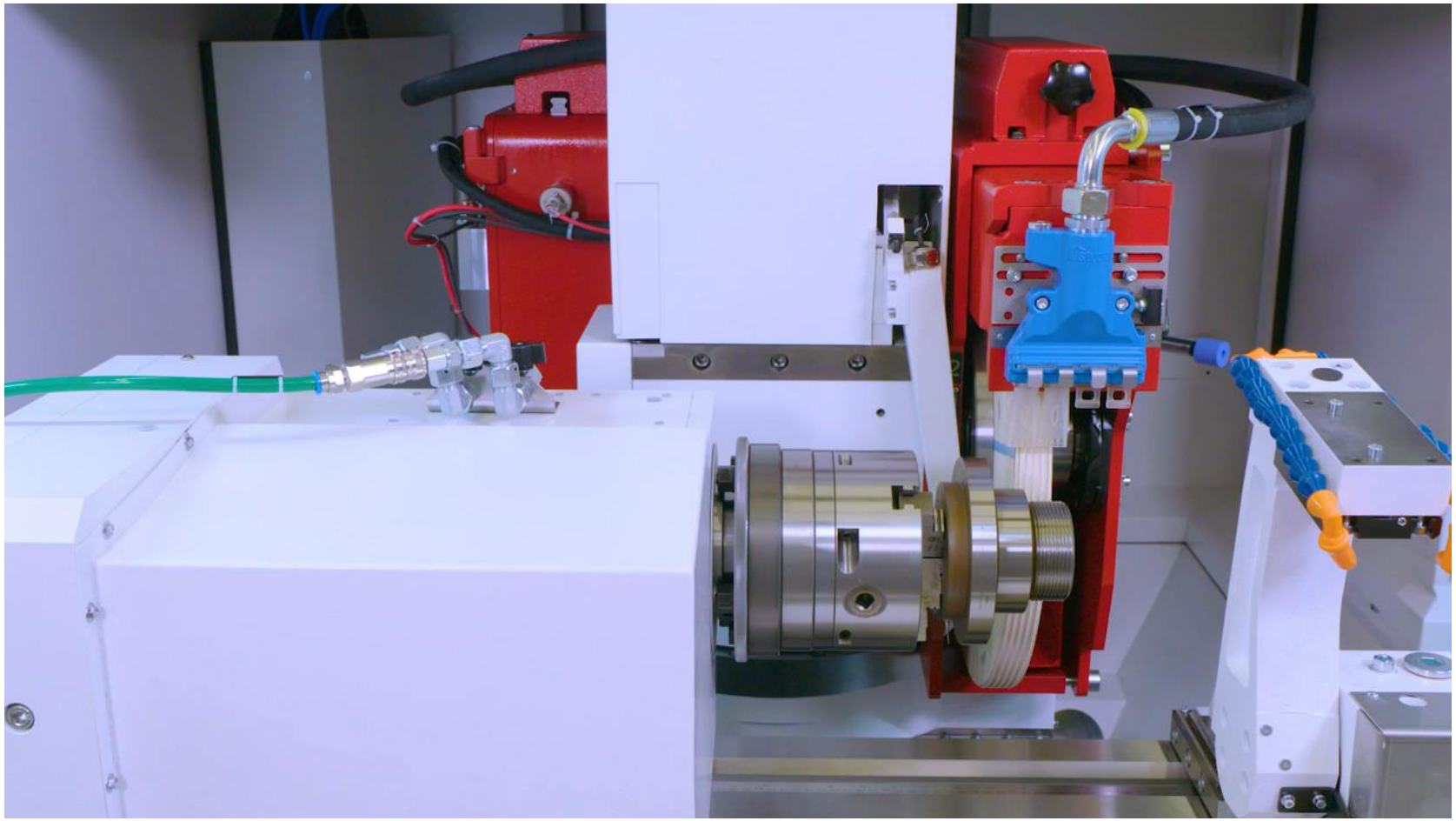
Taşlama / Aşındırmalı İşleme

- Örnek video:
  CNC Taşlama
  (CNC Grinder)



Taşlama / Aşındırmalı İşleme

- Örnek video:
  Vida Dişi Taşlama
  (thread grinding)



Taşlama / Taşlama Taşı

- Yapıları aşındırıcı parçacıklar (abrazif malzeme) ve bağlayıcı malzemeden meydana gelir
- Kesme işlemi aşındırıcı parçacıklar tarafından gerçekleştirilir
- Bağlayıcı malzeme parçacıkları bir arada tutar, yapısal bütünlüğü sağlar, taşın şekli ve yapısını oluşturur

Taşlama / Taşlama Taşı ve Aşındırıcı Malzeme Özellikleri

Taşlama Taşı Parametreleri

- Tane boyutu
- Bağlayıcı malzeme
- Taş sınıfı
- Taşın yapısı
- Aşındırıcı Malzeme Özellikleri
  - Yüksek Sertlik
  - Aşınma direnci
  - Tokluk
  - Kırılganlık: Kesme kenarı körleştiğinde, kolay kırılma kapasitesi, böylece yeni bir keskin kenar açığa çıkar

Taşlama / Aşındırıcı Malzemeler

- Alumina (Al_2O_3)
  - En yaygın aşındırıcı
  - Çelik ve diğer demir esaslı yüksek mukavemetli alaşımları taşlamak için kullanılır.
  - Knoop* Sertliği: 2100
- Silisyum karbür (SiC)
  - Al_2O_3 dan daha sert ama onun kadar tok değildir
  - Alüminyum, pirinç, paslanmaz çelik, bazı dökme demirler ve seramiklerde kullanılır
  - Knoop Sertliği: 2500

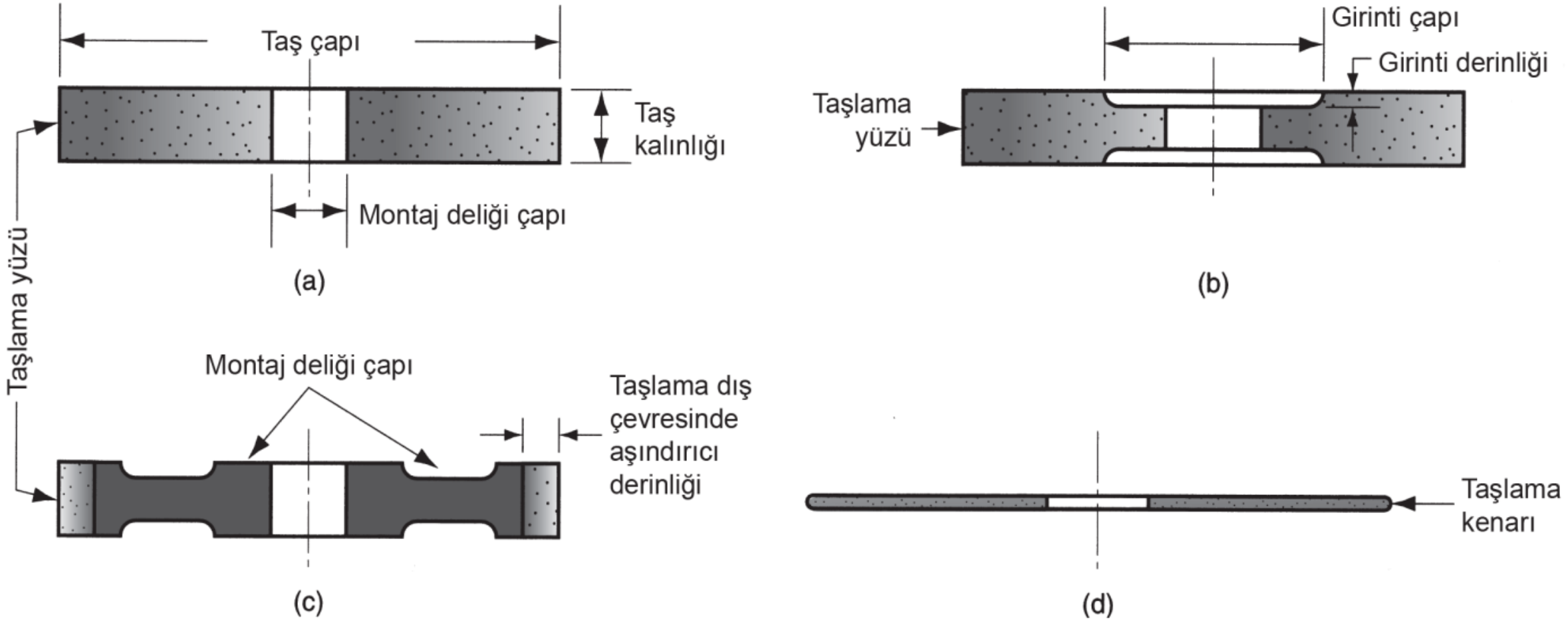
* Knoop batma deneyi ile malzeme sertliği belirlenebilir. Bu deneyde piramit şekilli elmas bir uç malzeme üzerine bastırılır. Malzemenin sertliği izin derinliği ölçülerek bulunur. Vickers sertlik ölçme deneyine göre daha düşük kuvvetler uygulanır. Knoop deneyi, cam ve seramik gibi gevrek malzemelerin sertliğinin test edilmesini sağlar. Malzeme üzerine uygulanan yük genellikle 1 kgf'den daha azdır. Batıcı uç yaklaşık olarak 0,01 ile 0,1 mm arasında dört yanlı bir iz bırakır.

Taşlama / Aşındırıcı Malzemeler

- **Kübik bor nitrür** (cBN)
  - Çok sert, çok pahalı
  - Çelikler için uygundur
  - Sertleştirilmiş takım çelikleri, uzay ve havacılık alaşımları gibi sert malzemeler için kullanılır
  - Knoop Sertliği: 5000
- **Elmas** -da çok sert, ve çok pahalı
  - Doğal ve aynı zamanda sentetik olarak üretilir
  - Çeliklerin taşlanması için uygun değildir
  - Seramik, semente karbür, cam gibi sert ve aşındırıcı malzemelerin taşlanmasında kullanılır
  - Knoop Sertliği: 7000

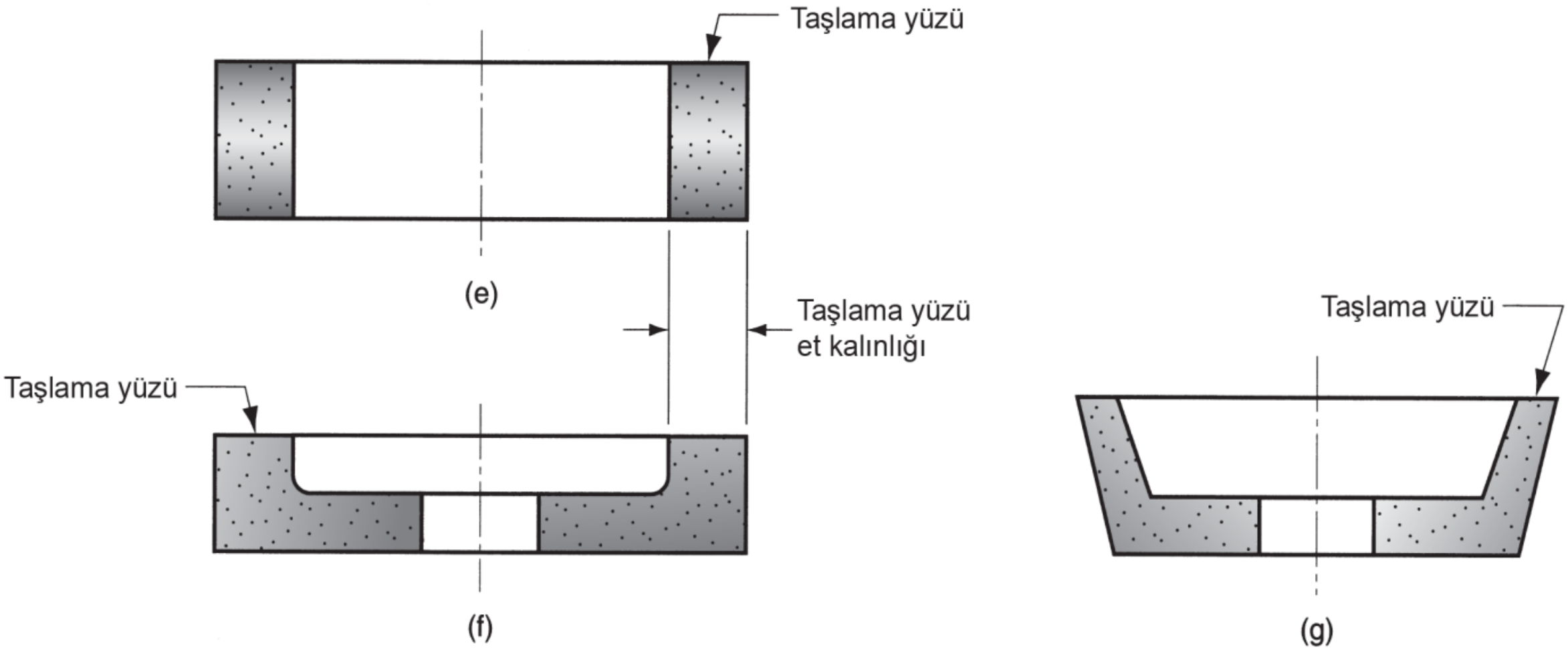
Taşlama / Taşlama Taşları

- Örnek görsel: Bazı standart taşlama taşı şekilleri

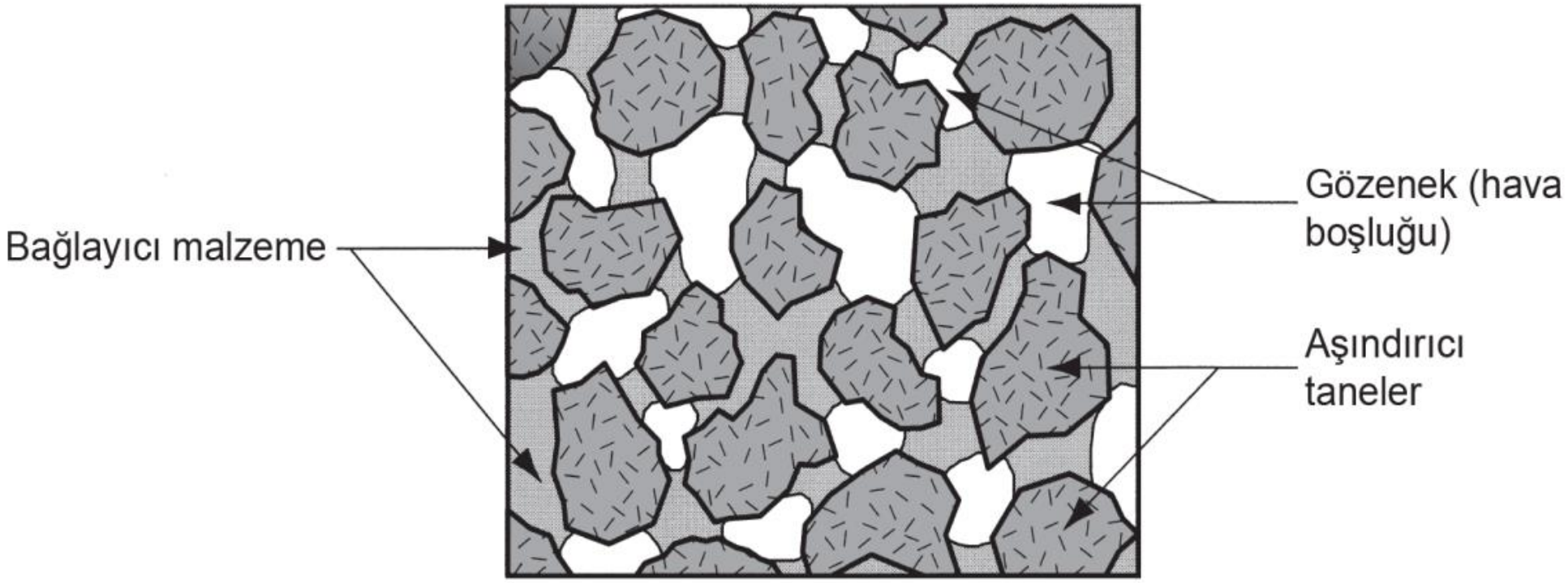


Taşlama / Taşlama Taşları

- Örnek görsel: Bazı standart taşlama taşı şekilleri



Taşlama / Taşlama Taşı Yapısı



- Örnek görsel: Tipik bir taşlama taşının yapısı

Taşlama / Taşlama Taşı Yapısı

- Taştaki aşındırıcı tanelerin göreli hacmini belirtir.
- Aşındırıcı taneleri ve bağlayıcının yanı sıra, taşlama taşları, hava boşlukları ya da gözenekler içerir.
- Tanelerin, bağlayıcı malzeme ve gözeneklerin hacimsel oranları aşağıdaki gibi ifade edilebilir: $P_g + P_b + P_p = 1.0$
- "Açık" ve "yoğun“ arasında değişen bir ölçekle ölçülür:
  - Açık yapıda P_p nispeten büyük ve P_g nispeten küçük anlamına gelir-talaşların temizlenmesi yeterli açıklık sağlanması önerilir
  - Yoğun yapıda P_p nispeten küçük ve P_g büyük anlamına gelir. Daha iyi bir yüzey bitirme ve boyutsal kontrol elde etmek için tavsiye edilir

Taşlama / Taşlama Taşı Tane Boyutu

- **Küçük tane boyutları** daha iyi bir **yüzey kalitesi** verir
- **Büyük tane boyutları** daha büyük malzeme **kaldırma hızlarına** izin verir
- **Sert malzemeleri** etkin bir şekilde kesmek için daha **küçük tane boyutları** gerekir
- **Yumuşak malzemeler** ise **büyük tane boyutları** gerektirir

Taşlama / Taşlama Taşı Bağlayıcı Malzeme Özellikleri

- Merkezkaç kuvvetlere ve yüksek sıcaklıklara dayanması gerekir
- Taş şok yüklemeler (dinamik etkiler) sırasında parçalanmamalıdır
- Katı aşındırıcı taneleri bir arada tutarken verimli kesme için yeni keskin taneleri açığa çıkarmak üzere aşınmış tanelerin yerinden çıkıp gitmesine izin vermelidir
- Taşın Sınıfı:
  - Kesme sırasında aşındırıcı tanelerin taşa bağlanma gücünü gösterir
  - Taşın yapısındaki bağlayıcı malzeme miktarına (*Pb*) bağlıdır
  - Sert ve yumuşak arasında değişen bir ölçekte ölçülür
    - Yumuşak taşlar, tanelerini kolayca kaybeder, düşük malzeme kaldırma oranları ve sert malzemeler için kullanılır
    - Sert taşlar, tanelerini daha uzun korur, yüksek talaş kaldırma hızlarında ve yumuşak malzemeler için kullanılır

- Taşlama Taşlarında Kullanılan Bağlayıcı Malzemeler

Bağlayıcı Malzeme	Açıklama
Vitrifiye Bağlayıcı	Un haline getirilmiş kil ve seramik malzemeler içerir. Çoğu taşlama taşları genelde seramik bağlayıcılı taşlardır. Bu taşlar kuvvetli ve rijit, yükseltilmiş sıcaklıklara dirençli, ve göreceli olarak taşlama sıvılarında kullanılan su ve yağdan etkilenmez.
Silikat Bağlayıcı	Sodyum silikat (Na_2SO_3) içerir. Uygulamaları genellikle kesme takımları taşlanması gibi ısı oluşumunun minimize edilmesi gereken durumlara sınırlandırılır.
Kauçuk Bağlayıcı	Çok esnek bağlayıcı malzemelerdir. Kesme taşları (spiral taşlar) da bağlayıcı malzeme olarak kullanılırlar.
Reçine Bağlayıcı	Çeşitli reçine malzemeler içerir, fenol formaldehit gibi. Çok yüksek mukavemete sahiptirler, kaba taşlamada ve taşla kesme uygulamalarında kullanılırlar.
Şellak Bağlayıcı	Göreceli olarak kuvvetli fakat rijit olmayan bir bağlayıcıdır. İyi yüzey kalitesi istenen uygulamalarda sıkça kullanılır.
Metalik Bağlayıcı	Metal, genellikle bronz, cBN ve elmas taşlama taşları için bağlayıcı malzemedir. Partikül işlemi (Bölüm 14 ve 15) taşın dış çevresine metal matriks ve aşındırıcı taneleri bağlamak için kullanılır.

Taşlama İşleminin Analizi

Bir taşlama operasyonu analiz edilirken şu değişkenler hesaba katılmalıdır:

- Yüzey Kalitesi
- Kuvvet ve Enerji
- İş yüzeyinde sıcaklıklar
- Taş Aşınması

Taşlama İşleminin Analizi

- **Yüzey Kalitesi** / Yüzey Pürüzlülük Değeri:

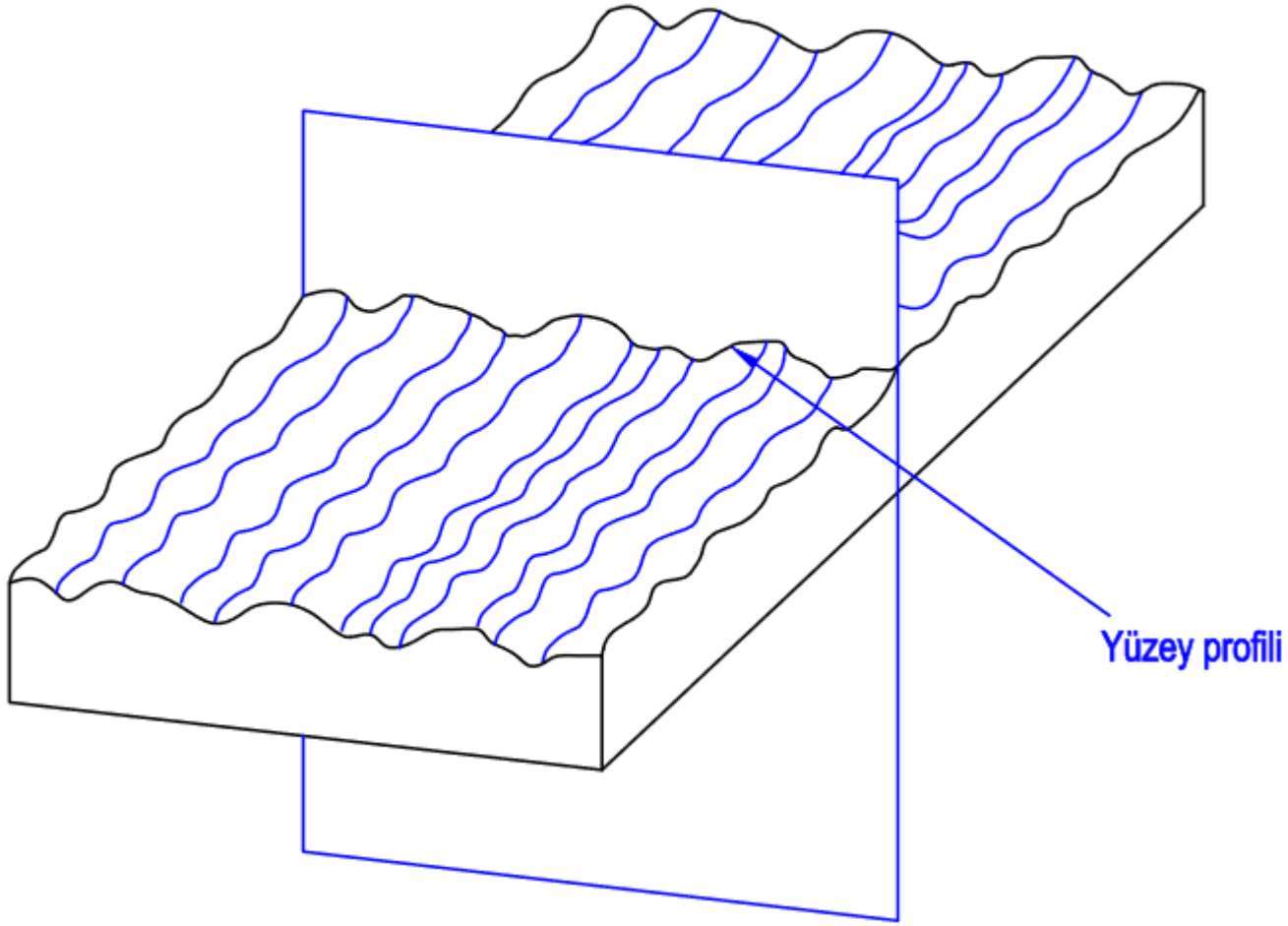
Makine imalâtında talaşlı veya talaşsız şekillendirme ile elde edilen yüzeylerde yapımdan dolayı pürüzler kalır. Bu pürüzler uygulanan yapım çeşidine göre gözle görülebilir ve elle hissedilebilir şekilde olabileceği gibi ancak bazı hassas kontrol cihazları ile görülebilecek ve ölçülebilecek büyüklüklerde olabilir. Makine parçalarında aşınmanın azalması için bu pürüzlerin belli değerlerin altında olması gerekmektedir. İmal edilen bir parçanın, iş görebilir olması ve ekonomik olarak işlenebilmesi için, yüzeylerinin hangi kalitede olacağı tasarım aşamasında belirlenir.

Taşlama İşleminin Analizi

- **Yüzey Kalitesi**

Yüzey Pürüzlülük Değeri:

Örnek görsel: Yüzey profili



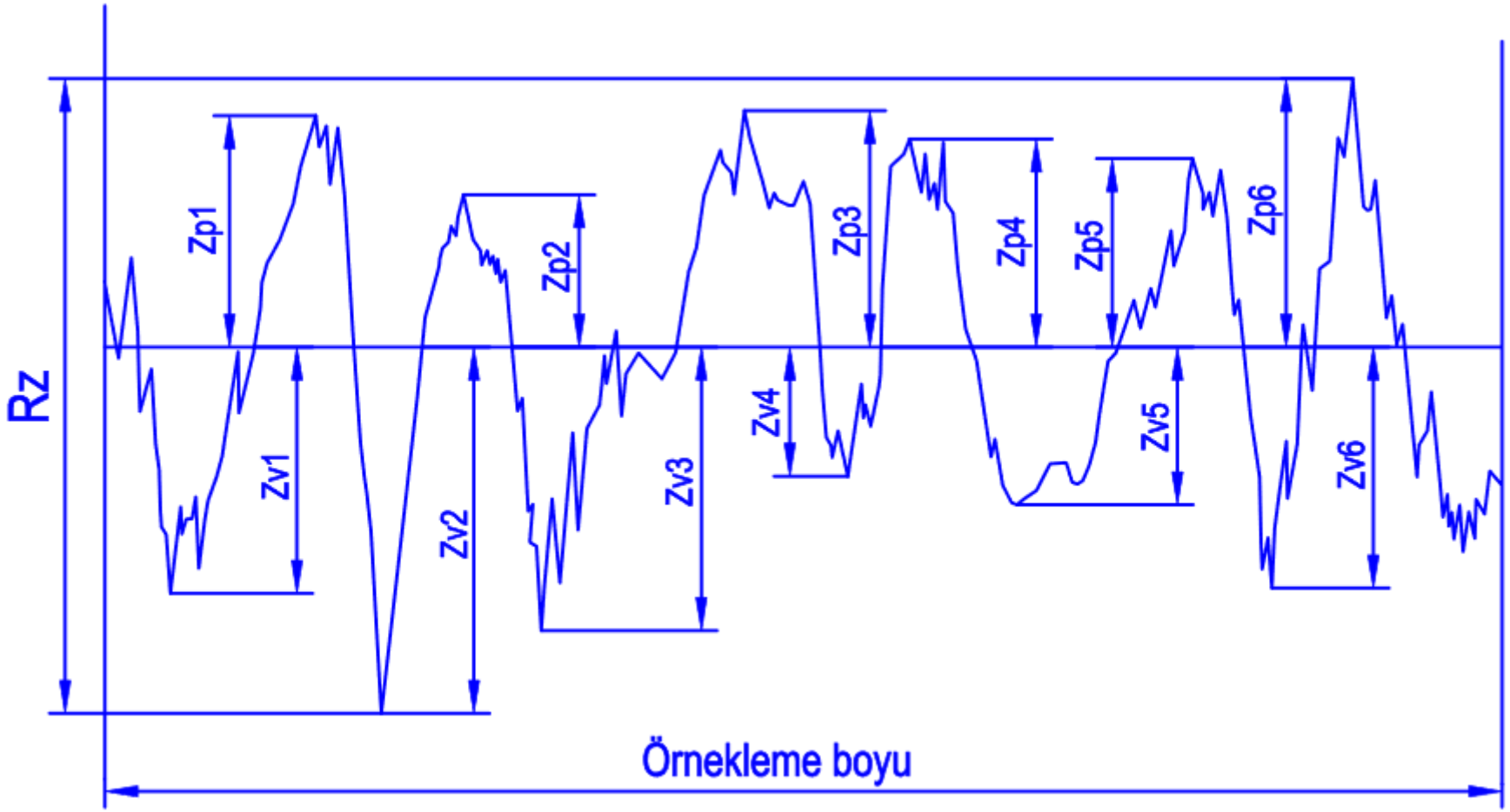
Taşlama İşleminin Analizi

- **Yüzey Kalitesi**

Yüzey Pürüzlülük Değeri:

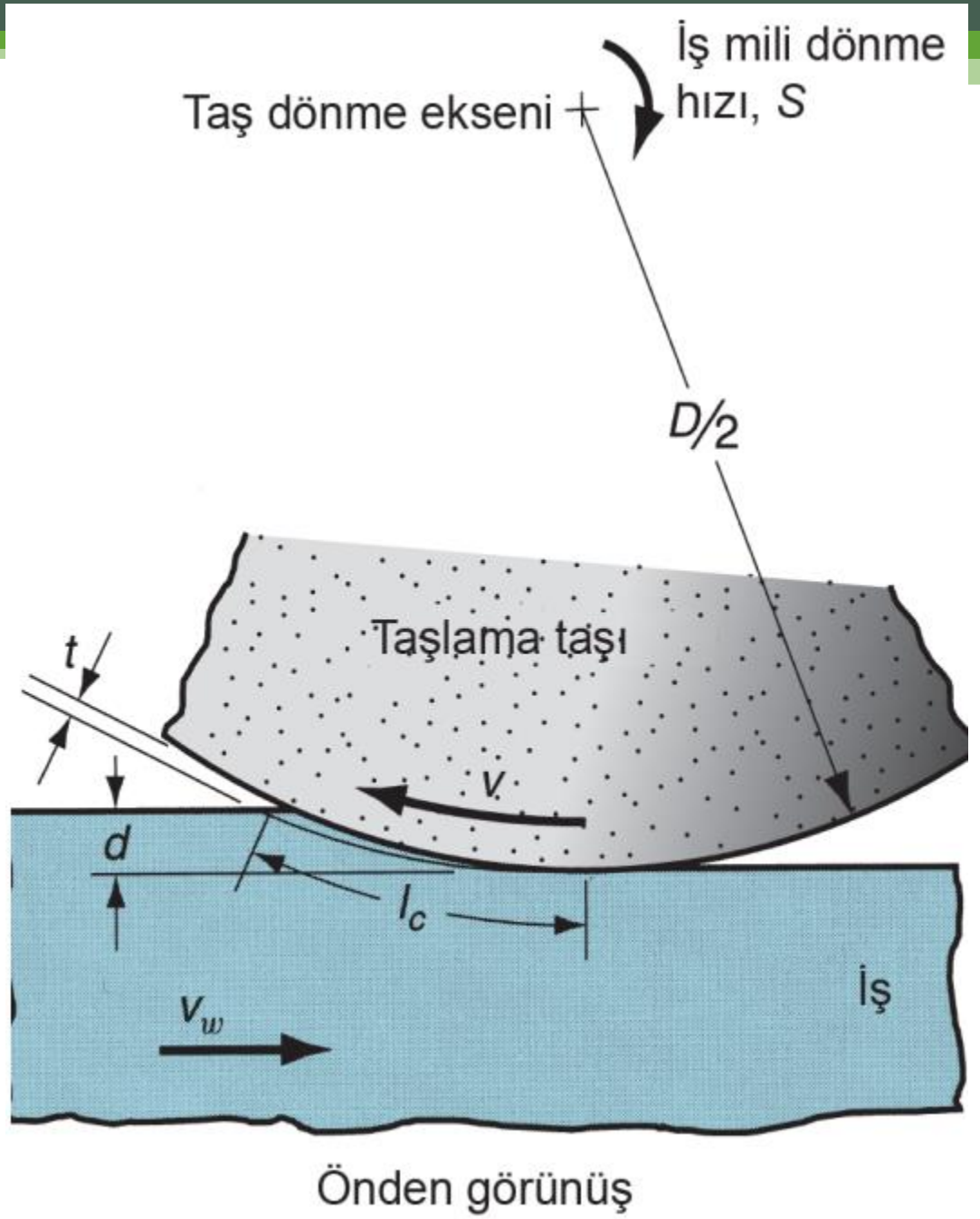
Örnek görsel:

En büyük profil yüksekliği



Taşlama İşleminin Analizi

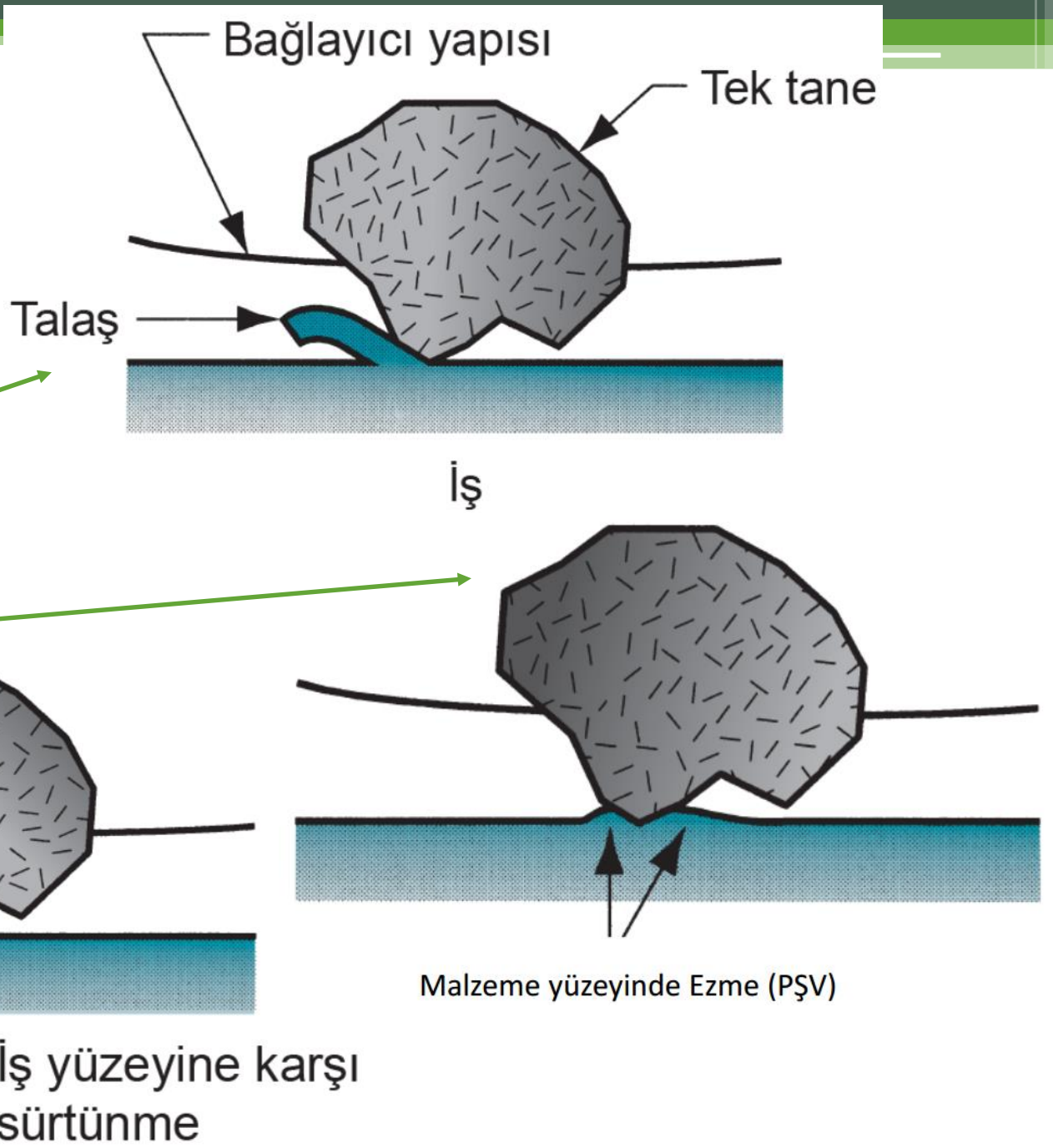
- Örnek görsel: Kesme koşullarını gösteren yüzey taşlama geometrisi



Taşlama İşleminin Analizi

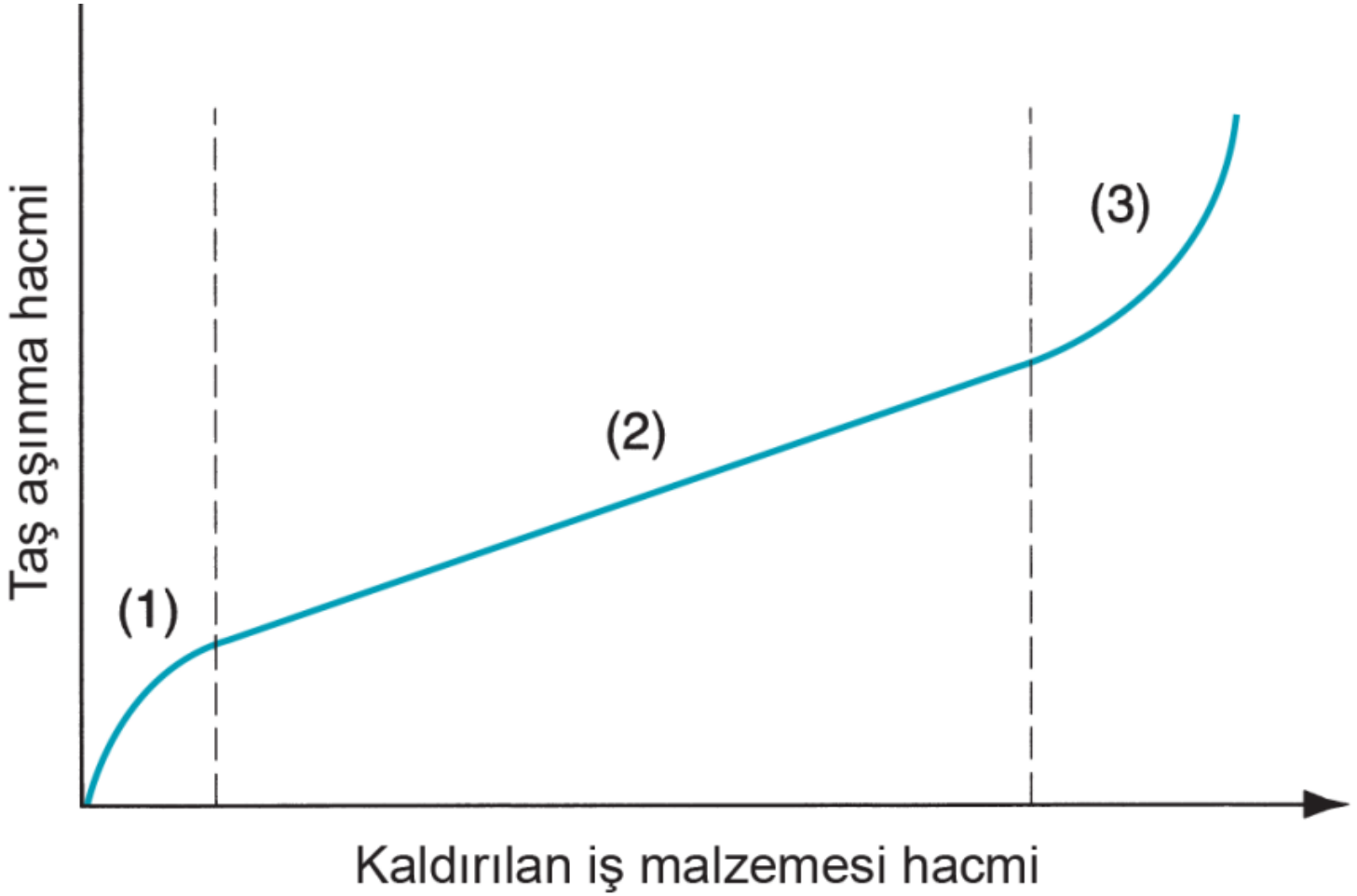
Taşlamada, tanelerin
üç tip işlevi vardır:

a) Kesme
b) Ezme (kazıma)
c) Ovalama

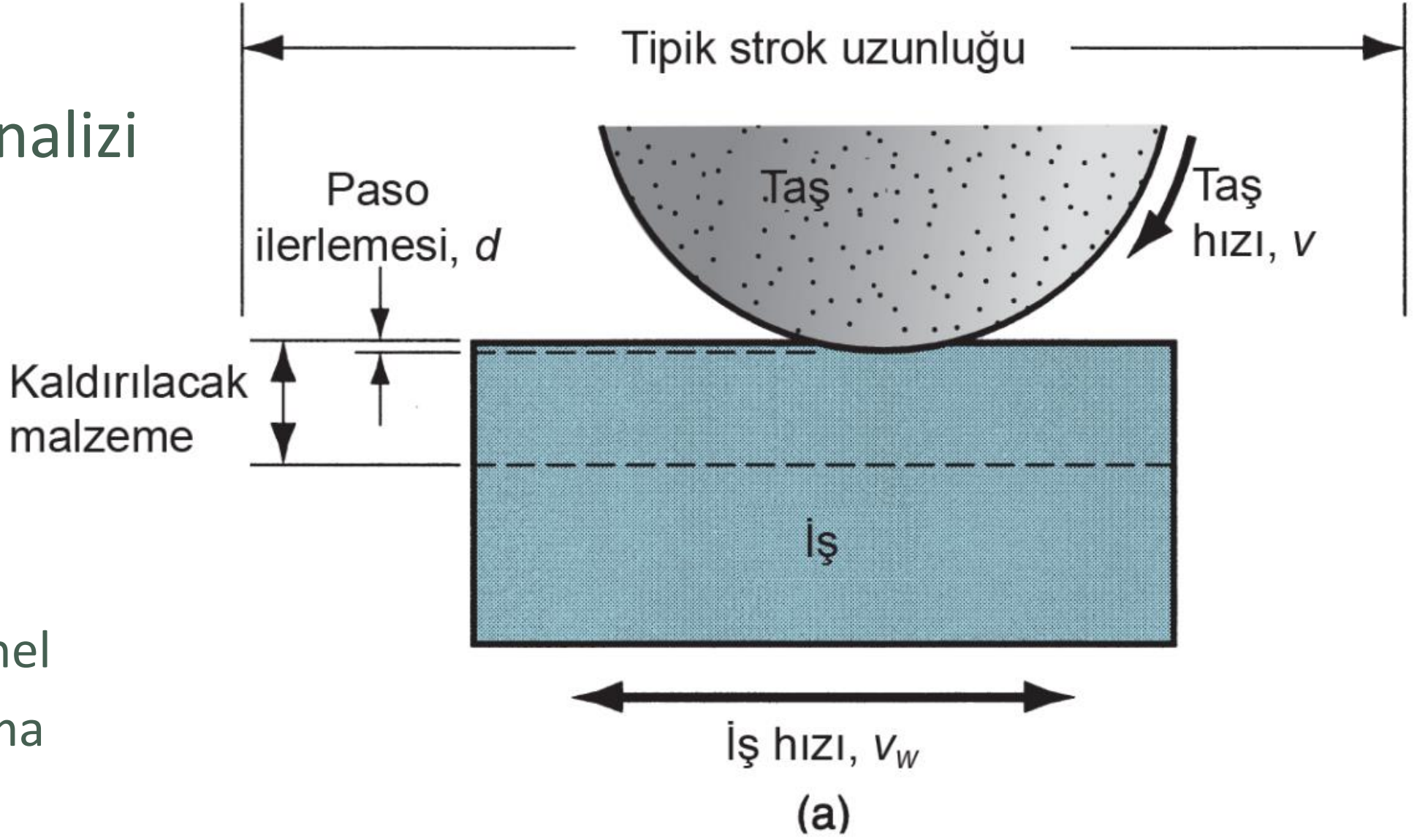


Taşlama İşleminin Analizi

- Taşlama taşının aşınma eğrisi, zamanın fonksiyonu yerine kaldırılan malzeme hacminin bir fonksiyonu olarak alınır.

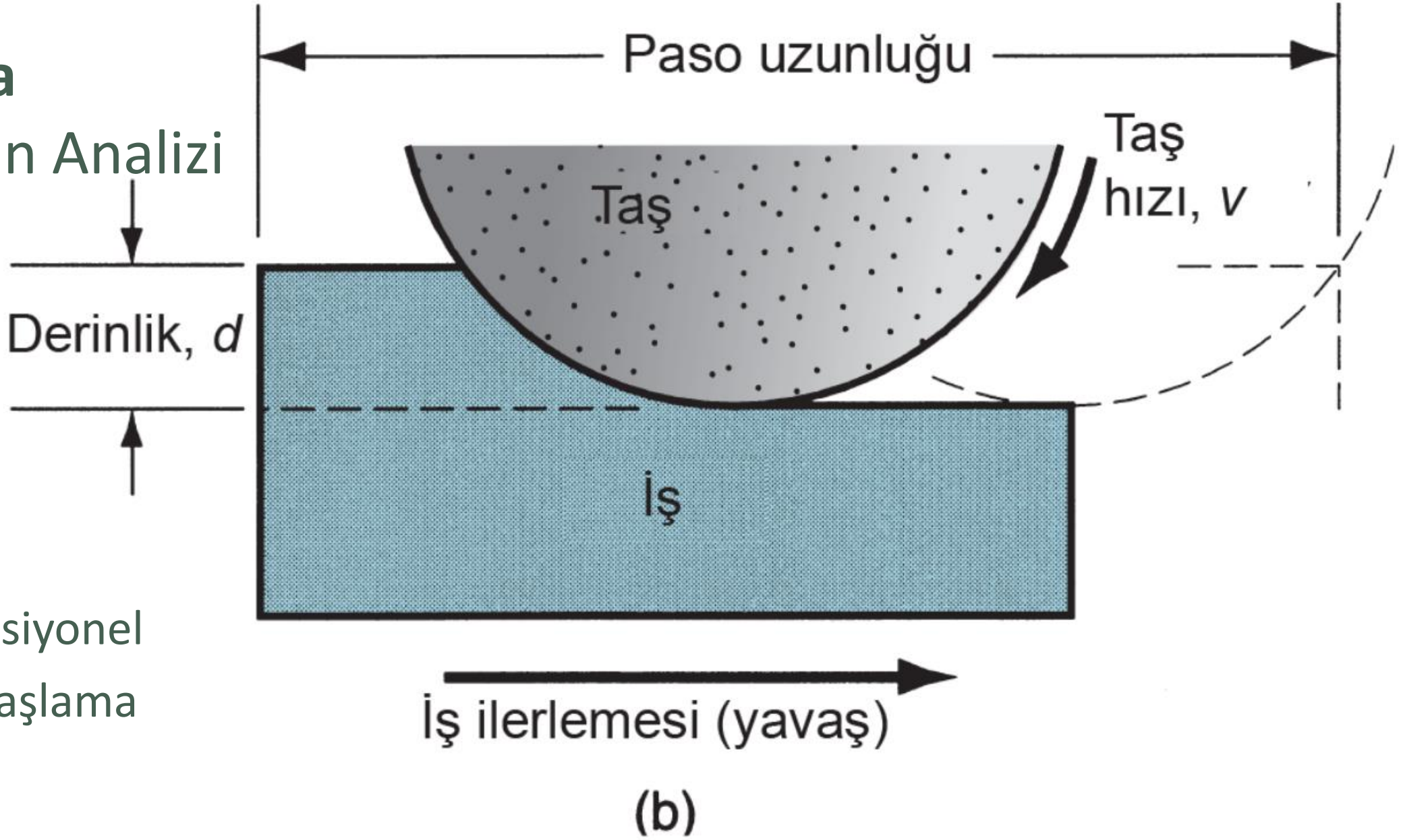


Taşlama İşleminin Analizi



- Konvansiyonel yüzey taşlama

Taşlama İşleminin Analizi



- Konvansiyonel yüzey taşlama

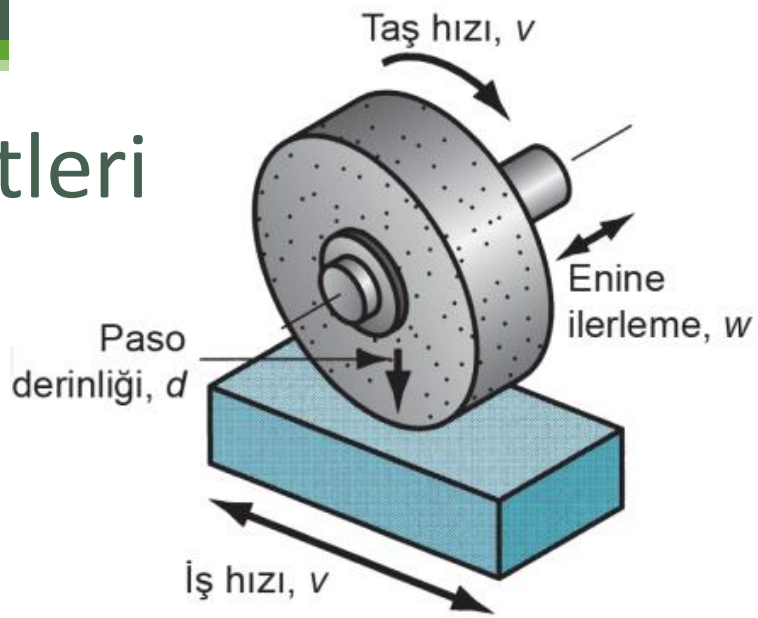
Taşlama İşlemi Uygulama Kılavuzu

- **Çelik ve dökme demirler** için aşındırıcı olarak **Alüminyum Oksit**,
- **Çoğu demir dışı metaller** için aşındırıcı olarak **Silisyum Karbür**,
- **Sertleştirilmiş takım çelikleri** ve bazı havacılık alaşımları için aşındırıcı olarak **Kübik Bor Nitrür**,
- **Sert aşındırıcı maddeler** (örneğin, seramik, semente karbürler, cam) için aşındırıcı olarak **Elmas** kullanılır
- ***Yumuşak malzemeleri*** taşlamak için, ***büyük tane boyutlu*** ve daha ***sert sınıf*** (grade) taş kullanılır
- ***Sert Malzemeleri*** taşlamak için, ***küçük tane boyutu*** ve ***yumuşak sınıf*** (grade) taş kullanılır

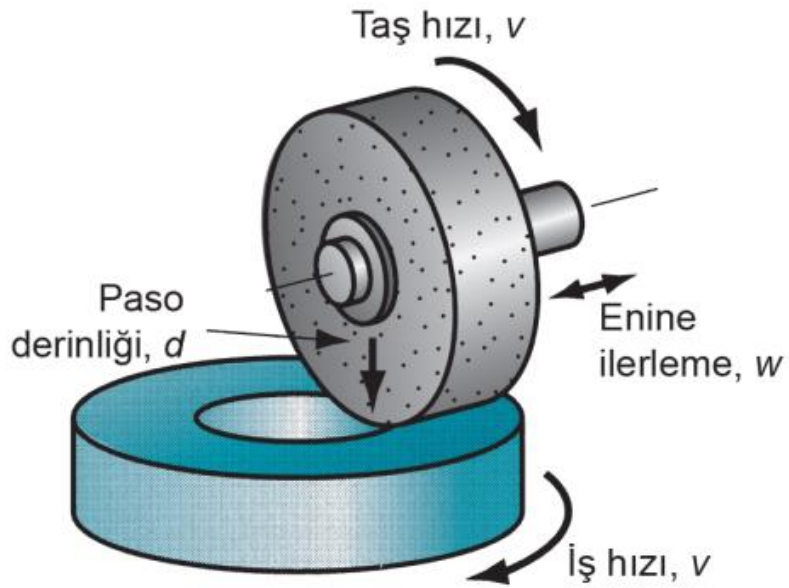
Taşlama İşlem Çeşitleri ve Taşlama Makinaları

- Yüzey Taşlama
- Silindirik Taşlama
- Puntasız Taşlama
- Sürünme İlerlemeli Taşlaması
- Diğer Taşlama Operasyonları

Taşlama İşlem Çeşitleri
Yüzey Taşlama



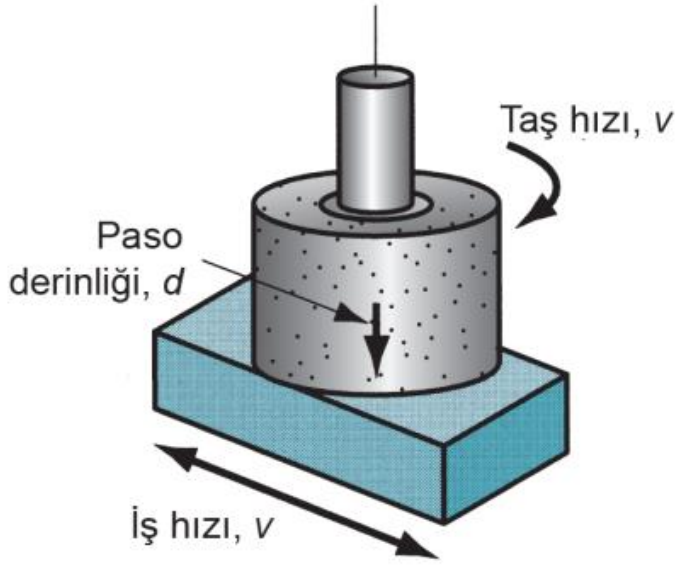
(a)



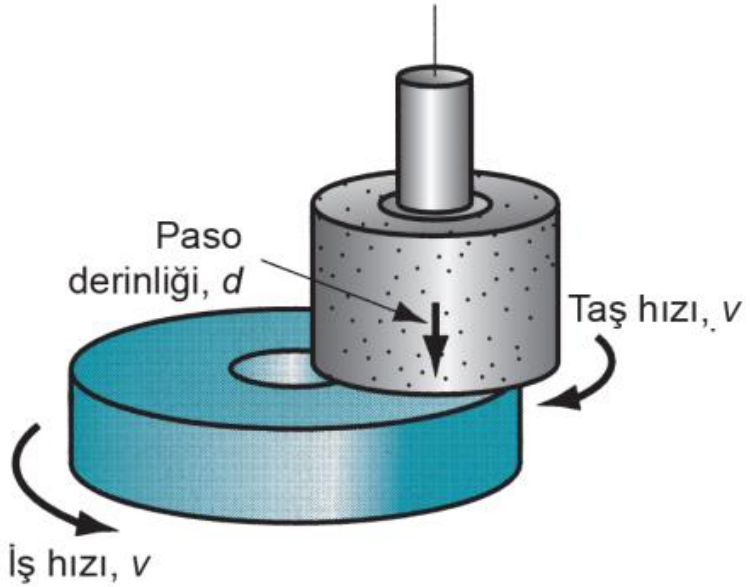
(b)

Dört tip yüzey taşlama:

a) Yatay takım mili ile gidip gelen iş
b) Döner iş tablası ile yatay takım mili
c) Gidip gelen iş tablası ile düşey iş mili
d) Döner iş tablası ile düşey iş mili



(c)



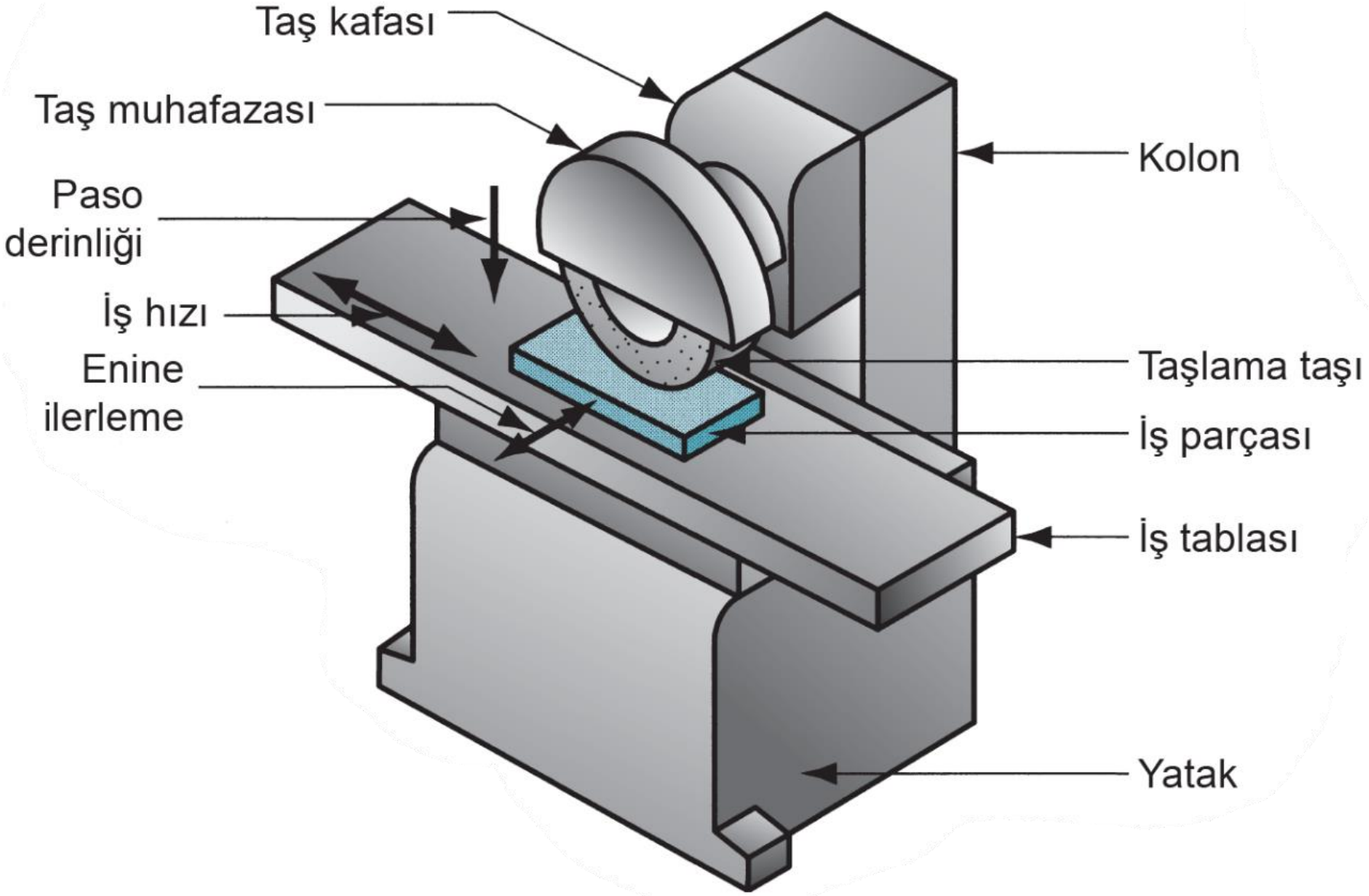
(d)

Taşlama İşlem Çeşitleri

Yüzey Taşlama

Örnek görsel:

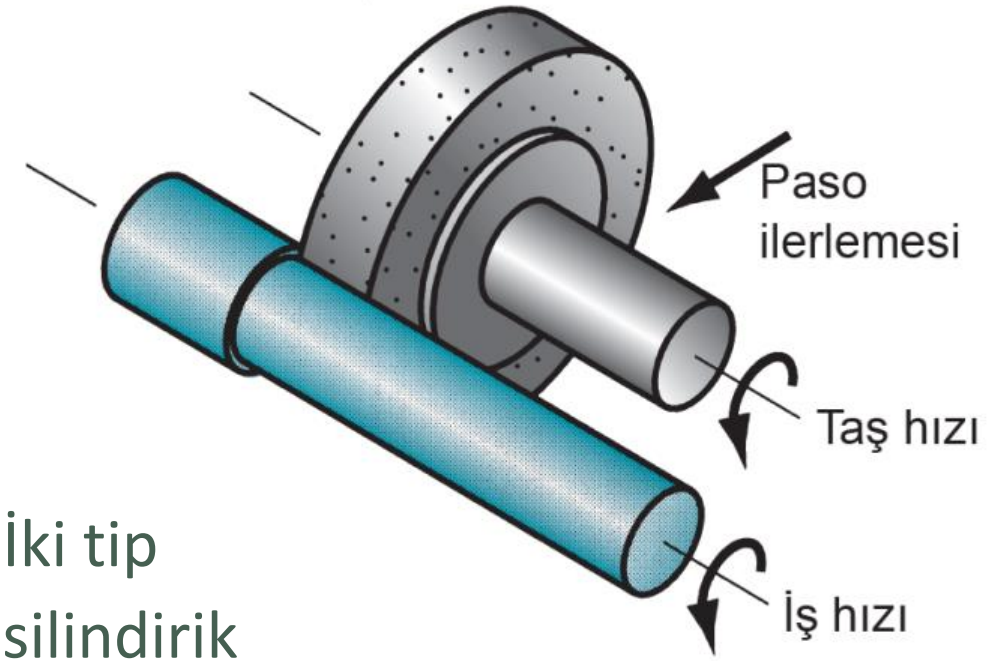
Yatay takım miline sahip, gidip gelme iş tablalı yüzey taşlama makinası



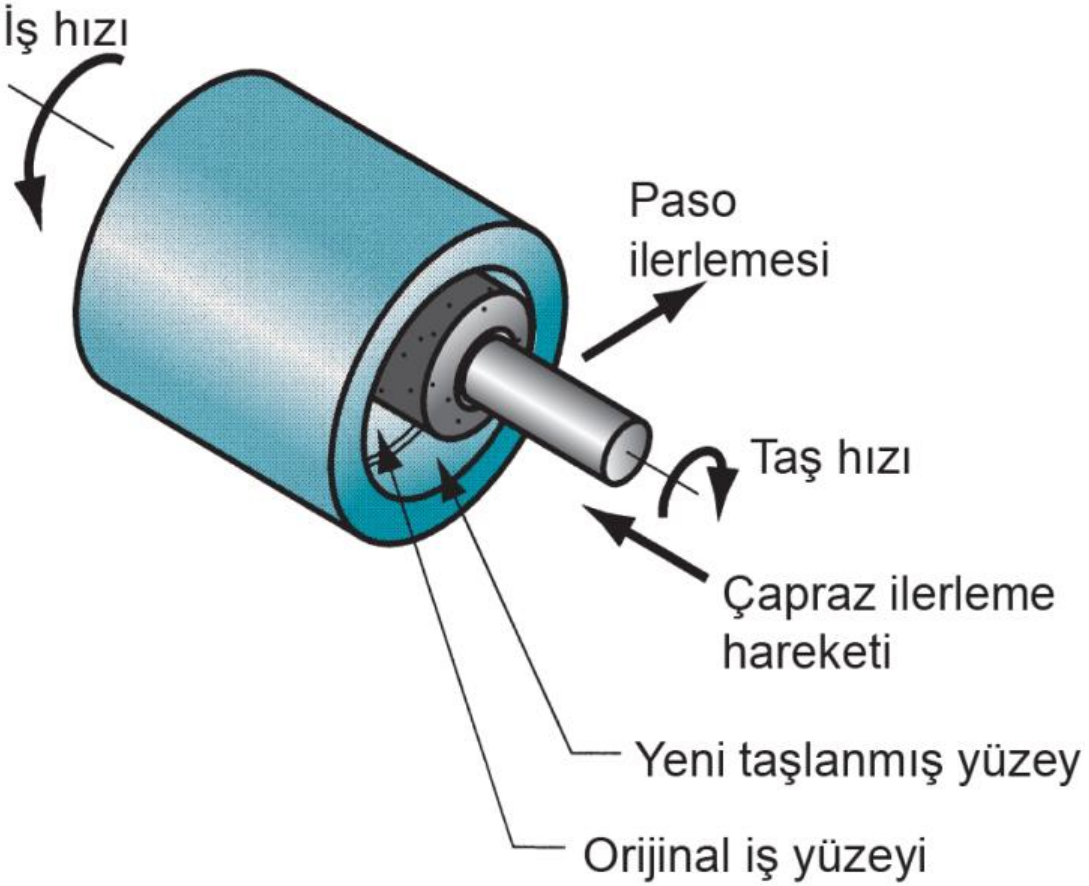
Taşlama İşlem Çeşitleri / Silindirik Taşlama

İki tip silindirik taşlama:

a) Dış
b) İç



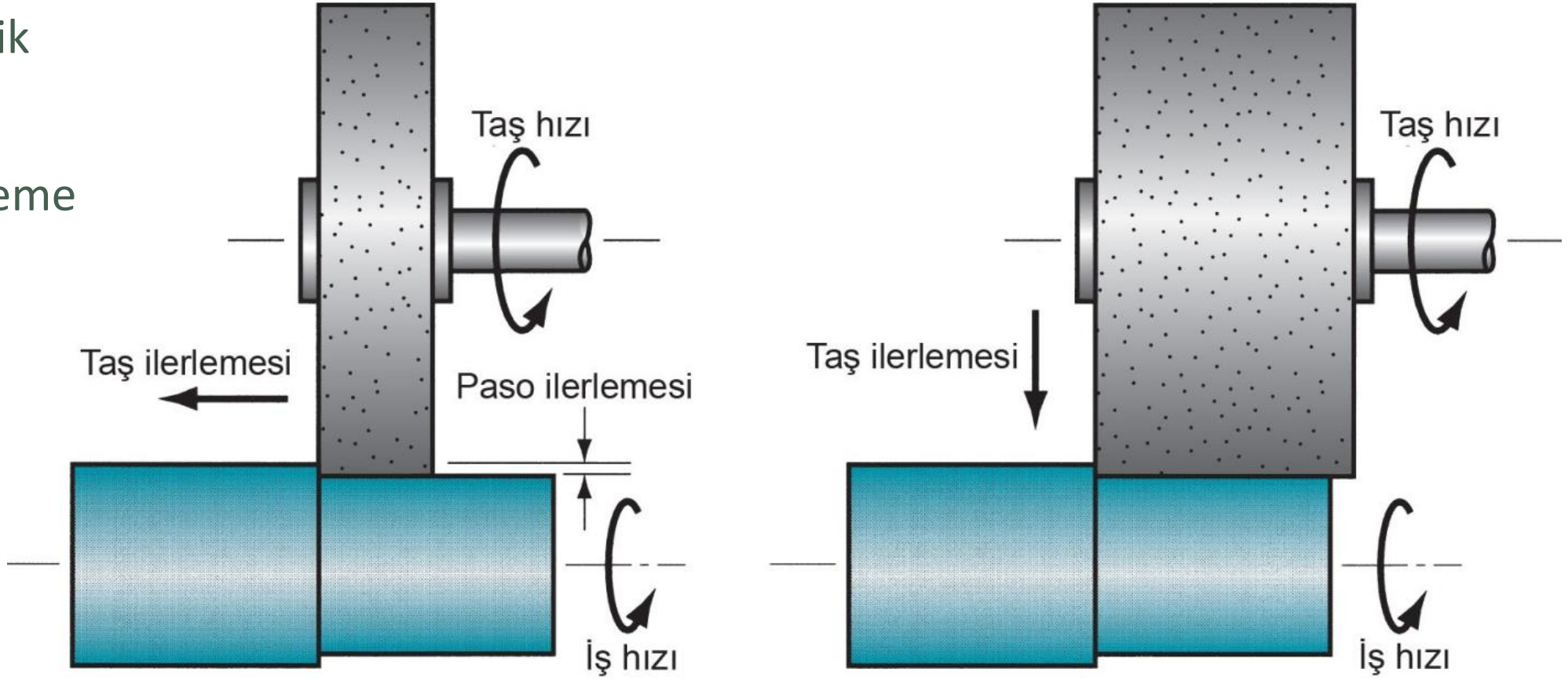
(a)



(b)

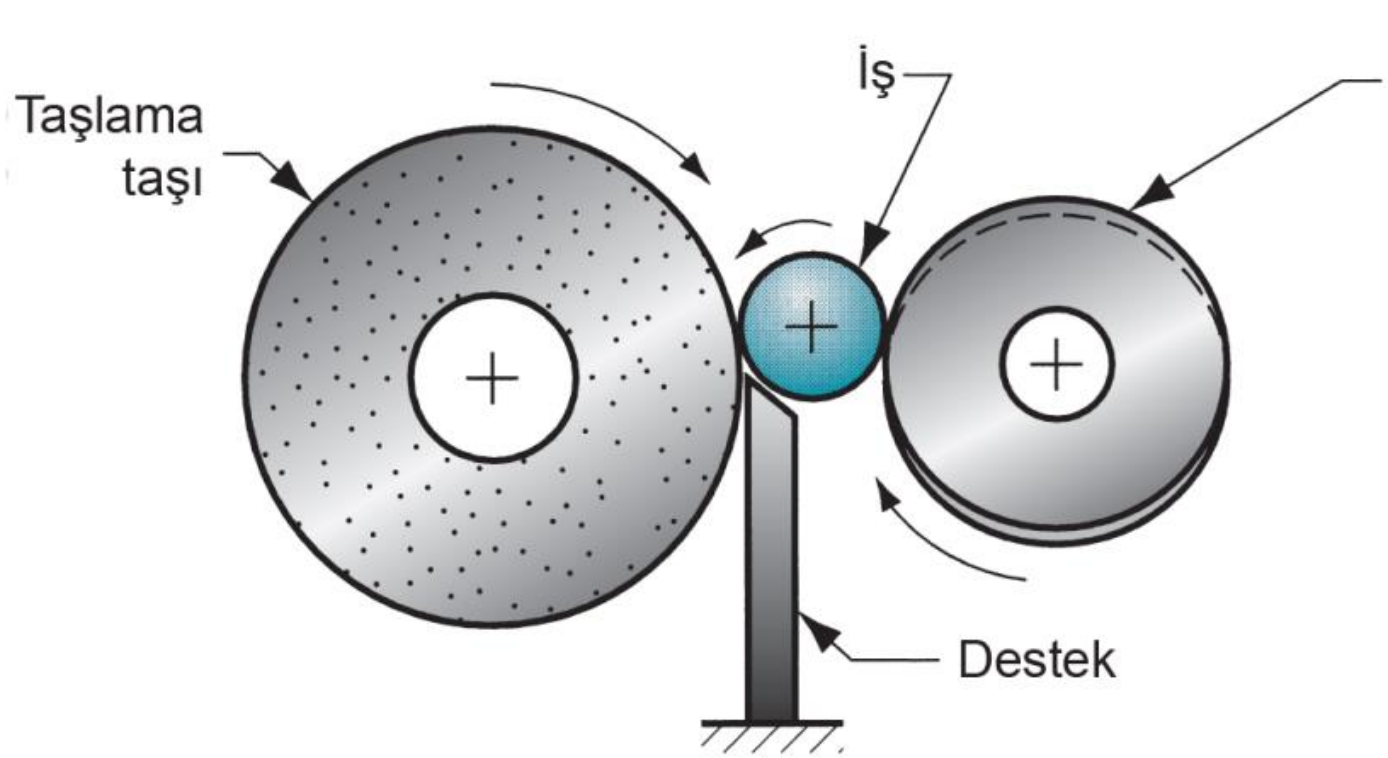
Taşlama İşlem Çeşitleri / Silindirik Taşlama

Dış silindirik taşlamada iki tip ilerleme hareketi

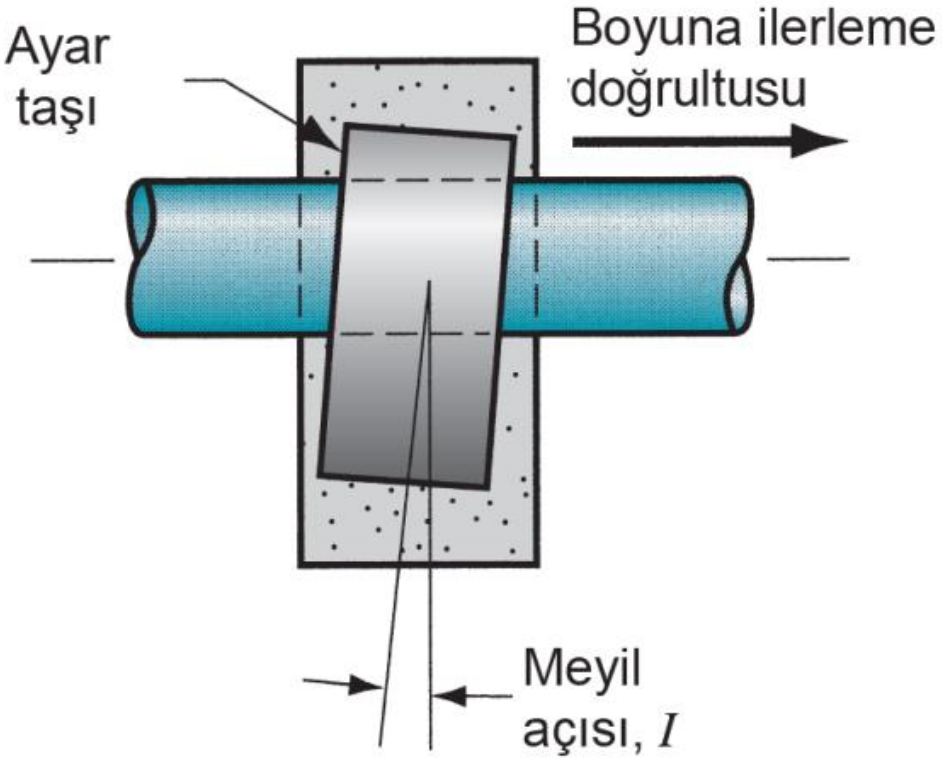


(a) (b)

Taşlama İşlem Çeşitleri / Silindirik Taşlama



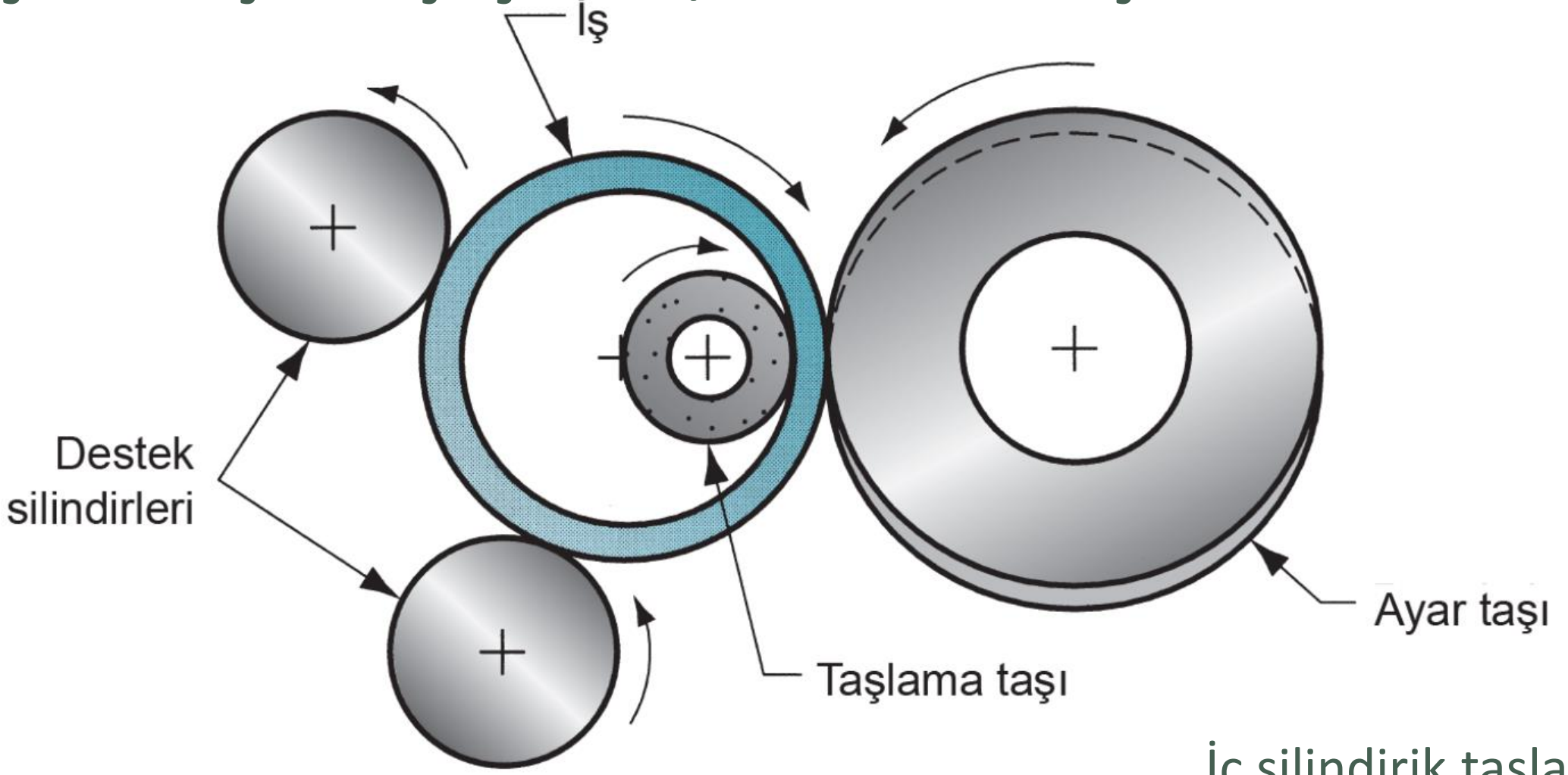
(Karşıdan görünüş)



(Yandan görünüş)

Dış silindirik taşlama

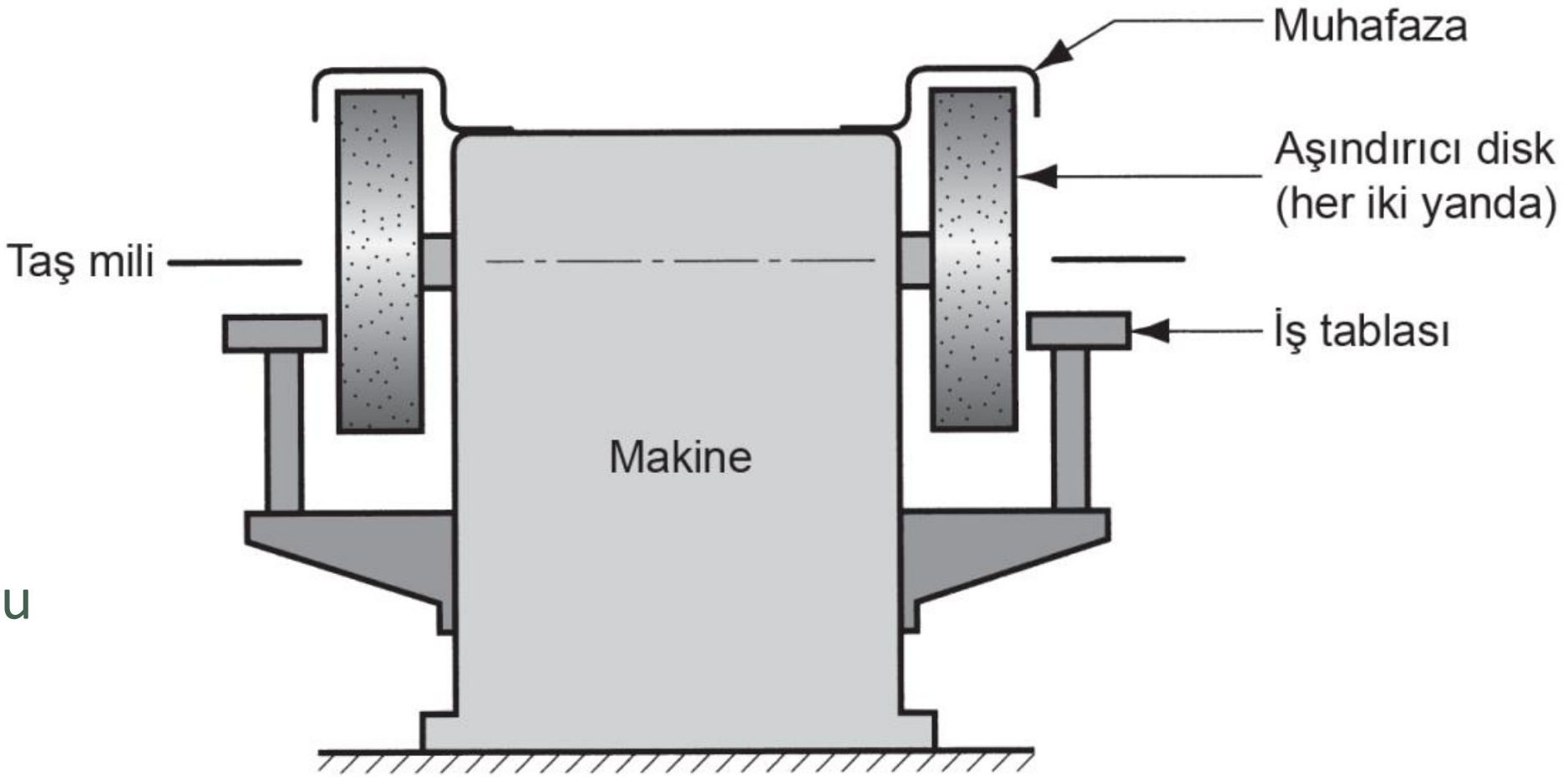
Taşlama İşlem Çeşitleri / Silindirik Taşlama



İç silindirik taşlama

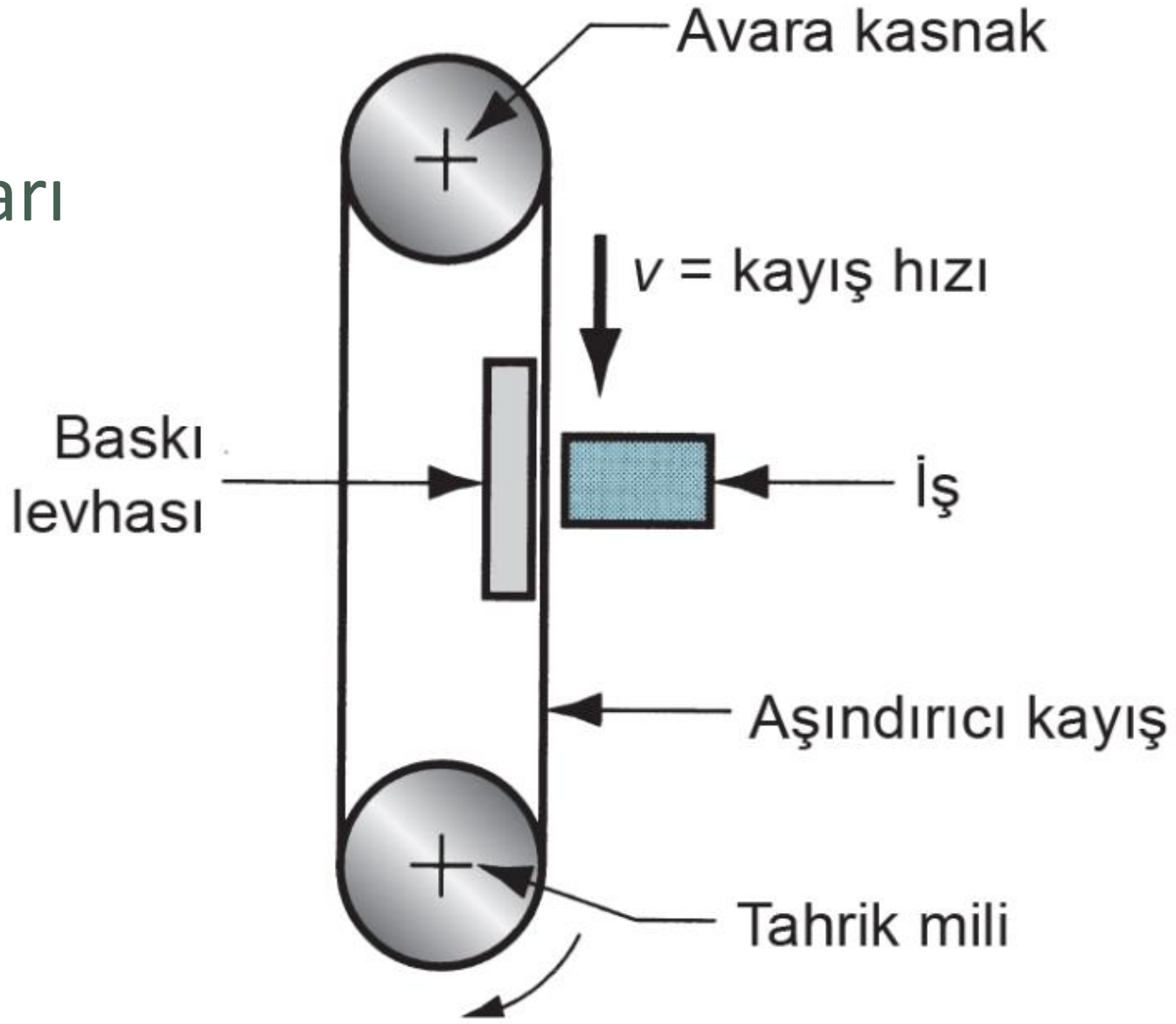
Taşlama / Diğer Taşlama Operasyonları

- Örnek görsel: Disk taşlayıcı konfigürasyonu (taş motoru)



Taşlama

Diğer Taşlama Operasyonları



- Örnek görsel: Aşındırıcı kayışla taşlama (bant zımpara)

Diğer Aşındırmalı İşleme Yöntemleri

- ✓Honlama
- ✓Lepleme
- ✓Super Finish (Hassas Taşlama)

Diğer aşındırma işlemleri honlama, lepleme, hassas bitirme işlemi, polisaj ve hassas parlatmadır.

Bu işlemler sadece **bitirme (son işlem) operasyonları**dır.

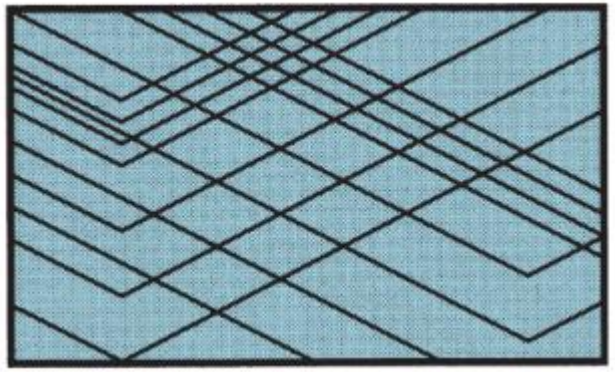
Aşındırmalı İşleme Yöntemleri

- ✓Honlama

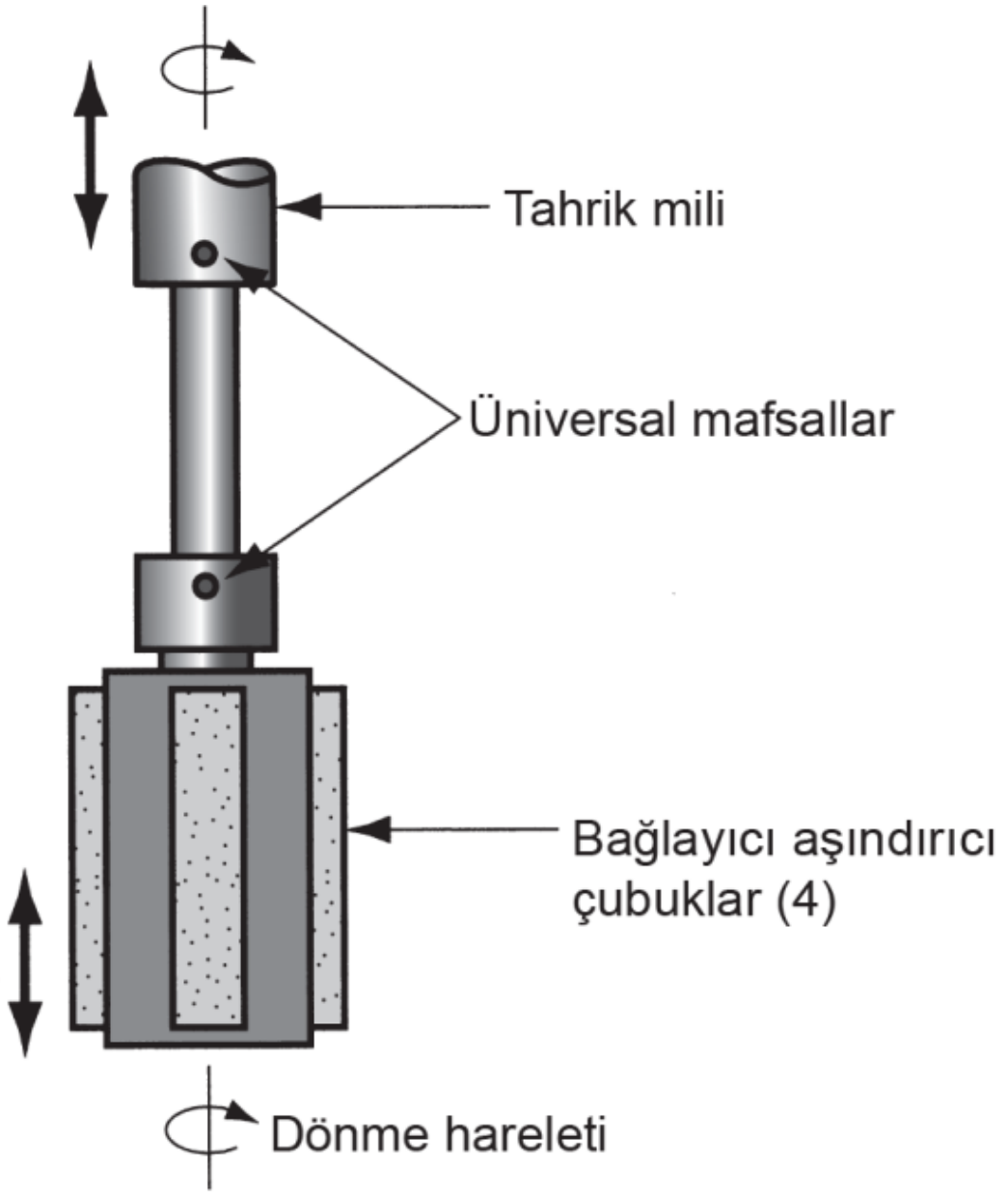
Honlama

- Honlama, set halinde bağlayıcılı aşındırıcı çubuklar takımı ile bir dizi dönme ve salınım hareketleri ile yapılan aşındırma (zımparama işlemi) işlemidir.
  - Yaygın uygulama: içten yanmalı motorların silindirlerinin iç yüzeylerinin bitirme işlemleri
- 0.12 µm (5 µ-in) yada daha iyi yüzey bitirmeler elde edilir
- Yağlayıcıları yüzeyde tutan karakteristik çapraz taralı bir yüzey oluşturur

Honlama



- Honlama takımının hareketi ile oluşturulan çapraz izli yüzey modeli
- İç delik yüzeyi için kullanılan honlama takımı



Aşındırmalı İşleme Yöntemleri

- ✓ Lepleme

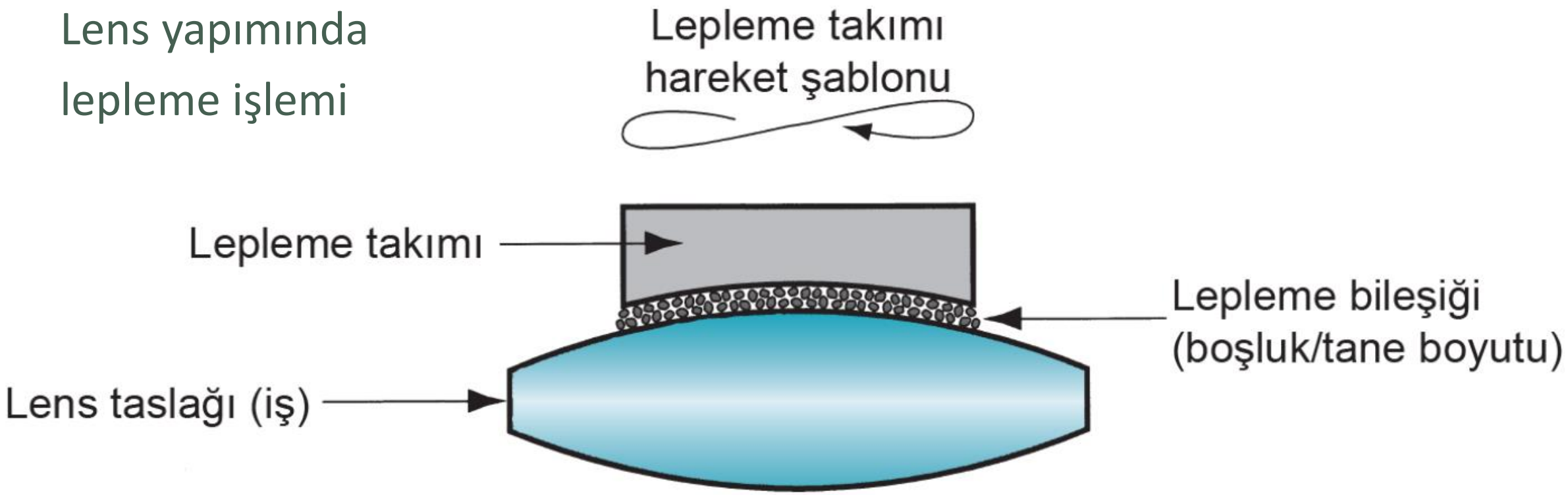
Lepleme

- Leplemede iş parçası ile Lep takımı arasında çok küçük aşındırıcı parçacıkların sıvı süspansiyonu* kullanılır
- Aşındırıcılar ile sıvı bileşik, kireçli bir macun benzeri görünüme sahiptir
- Uygulamalar: optik lensler, metalik yatak yüzeyleri, mastarlar

* Süspansiyon: Bir maddenin sıvı içinde erimeden/çözünmeden küçük tanecikler halinde dağılması

Lepleme

- Örnek görsel:
  Lens yapımında
  lepleme işlemi

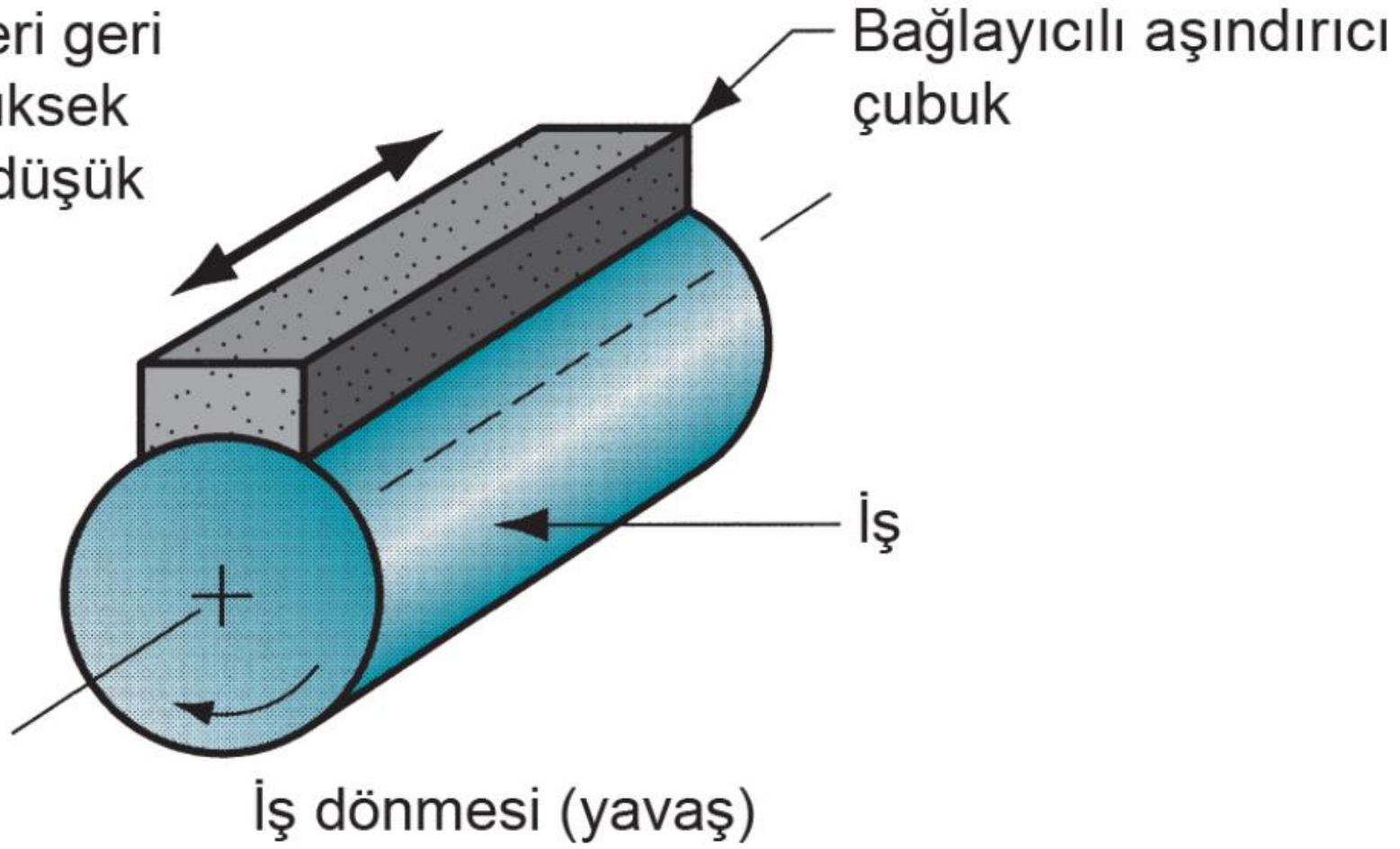


Aşındırmalı İşleme Yöntemleri

- ✓Superfinish

Hassas Taşlama (Superfinishing)

- Honlamaya benzer- ileri geri hareketlerle yüzeye karşı bastırılan aşındırıcı içeren çubuk şeklinde takım kullanılır
- ***Honlamadan farkları***:
  - Daha kısa strok
  - Daha yüksek frekans
  - Takım ve yüzey arasındaki basınç daha düşük
  - Daha küçük tane boyutu (aşındırıcı)

Hassas Taşlama (Superfinishing)

- Bir dış silindir yüzey üzerinde hassas bitirme işlemi